





R

LAZARUS BENDAVID'S

VORLESUNGEN

ÜBER DIE

METAPHYSISCHEN

ANFANGSGRÜNDE

DER

NATURWISSENSCHAFT.

(Mit doppeltem Register.)

Hanc Deus et melior litem Natura diremit.

OVID.

WIEN, 1798.

BEY CARL SCHAUMBURG UND COMPAGNIE.


Bayerische
Staatsbibliothek
München

VORREDE.

Es ſollte mir wirklich leid thun, wenn man in dieſer Bearbeitung des Kantiſchen Werkes nur einen Auszug aus demſelben, oder vielleicht gar die Verwandelung einer engliſchen Jagduhre in einen Bratenwender finden wollte. Ich wenigſtens ſchmeichle mir hier nicht bloſs für die Küche, ſondern ſo ſo pour la bonne bouche *gearbeitet zu haben. Lieſs mir auch der architektoniſche Plan Kants keine Stelle zu neuen Sätzen*

übrig; so blieb mir es doch unbenommen, die Sätze neu zu beweisen, oder sie wenigstens so darzustellen, dass sie vom Uneingeweiheten leichter eingesehen, und der Construction durch algebraische Zeichen fähig werden konnten.

Die Sache ist leicht auszuführen gewesen, und soll gar nicht zu meinem Lobe gesagt seyn: so wie ich überhaupt stets das culpam vitare *für schwerer als das* laudem merere *halte. In der That brauchte man nur gleichsam den Fussteig neben dem Wege herzugehen, den Kant eingeschlagen, um alles zu finden, was man suchte, und doch am Ende zu ihm zu kommen. Aber man hatte auch dabey den Vortheil manches Hinderniss nicht anzutreffen, das auf der Heerstrasse unweggeräumt liegen bleiben musste. Das Mariottesche Gesetz und Newtons Satz von den zurückstossenden Kräften schei-*

nen offenbar mit den Kantischen Lehren zu streiten. Denn nach Kant stehen die fliehenden Kräfte der nächsten Theile im umgekehrten Verhältniss der Würfel ihrer Entfernung; da sie noch Mariotte sowohl als Newton im einfachen umgekehrten Verhältniss der Entfernung stehen. (Princ. Phil. Nat. Lib. II. Theo. 17. p. 501 edit. Lond. 1687). *Nun stelle ich mir immer vor, dass Kant dem Newton eben so wenig wie Euklid der Bibel, wie eine Wahrheit der andern widersprechen darf. Es musste sich also ein Mittel finden lassen beyde Meinungen zu vereinigen, das befriedigender wäre, als das was Kant selbst* (Met. Anfangsg. der N. W. 2te Aufl. p. 80.) *vorschlug. Der Wärmestoff ist Materie, muss sich den Gesetzen aller Materie unterwerfen, und kann daher, durch eine Verbindung mit anderer Materie nichts an diesen Gesetzen ändern. Verhalten sich die fliehenden*

Kräfte der Luft allein, und des Wärmestoffes allein, umgekehrt wie die Würfel ihrer Entfernung; so muss, dünkt mich, die Auflösung aus beyden sich noch ferner nach diesem Gesetze richten.

Eben so konnte die Kantische Lehre von der Auflösung überhaupt sehr gemisdeutet werden, indem sie wirklich eine vollendete Theilung ins unendliche vorauszusetzen scheint: (Met. Anfangsg. d. N. W. 2te Auflage p. 97) *welches wahrlich nicht angeht. — Man wird diese Lücken hoffentlich ziemlich ausgefüllt finden.*

Den gröfsten Einwurf gegen das dynamische System glaubt man aus dem Worte Kraft zu schöpfen, dessen es sich zur Erklärung der Naturerscheinungen bedient, und das man in unsern kräftigen Zeiten vielleicht mit recht fürchtet.

Man denkt hierbey immer an jene kryptiſchen Kräfte, mit denen die Scholaſtik die Naturlehre ſo reichlich beſchenkt, aber eine beſſere Philoſophie ihr wieder entzogen hat. Allein auſſer daſs der Scholaſtiker ſich ſo viele Kräfte dachte, als er Wirkungen in der Natur antraf, und wir in der ganzen Naturlehre nur drey Grundkräfte verſtatten; auſser daſs jener dadurch den Zweck alles Denkens und Forſchens, Einheit in unſere Erkenntniſs zu bringen, hintertrieb, und wir ihn befördern; auſſer dieſem, iſt die Bedeutung und der Gebrauch des Begriffes Kraft beym Dynamiker ganz etwas anders als beym Scholaſtiker. Indeſs dieſer unter dem Worte Kraft etwas verſtand, das an und für ſich deutlich ſeyn, und ihm zur Erklärung E i n e r Erſcheinung dienen ſollte, aber weder das eine war, noch das andere that; verſteht jener etwas darunter, das er an und für ſich nicht begreift, ihm aber zur Erklärnng meh-

rerer Erscheinungen dient, und daher dem Forschungsgeiste noch ein weites Feld sowohl offen läst, als ihm eins eröffnet. Ne demandez pas les pourquois des pourquois! *war die Regel des Scholastikers; und da er bey jeder einzelnen Erscheinung stehen blieb, ohne mehrere derselben unter ein allgemeines Gesetz zu befassen; da er also zu jeder einzelnen Wirkung eine eigne Kraft als Ursache annahm: so enthielt die Antwort die er dem Wissbegierigen auf eine Frage ertheilte, nichts anders, als die umgekehrte Frage ohne Fragezeichen. Was ist die Ursache der Erfüllung des Raumes? Antwort: eine Raum erfüllende Ursache. Diess führt nicht weiter.*

Wie sich hingegen der Dynamiker die Sache vorstellt, nimmt er nur drey Ursachen an, von denen er gesteht, dass er sie weiter zu erklären, d. h. auf ein noch einfacheres Princip zurück

zu ſühren, nicht im Stande ſey; aus denen aber jeder beſondere Fall, wie das Beſondere aus dem Allgemeinen ſich herleiten läſst. Kraſt heiſst dem Dynamiker nichts als die gemeinschaftliche wirkende Urſache aller Erſcheinungen, ſo weit ſie à priori *erkannt wird. Da gibt es dann nur drey Kräſte überhaupt, die aller Materie gemeinſchaſtlich zukommen, aus denen ſich alle ihre Wirkungen erklären laſſen, und die zur Vorſtellung derſelben nothwendig ſind: zurückſtoſsende, anziehende und Bewegung mittheilende Kraſt.*

Nur die zwey erſten gehen den Chymiker an: indem Mittheilung der Bewegung, ſelbſt wenn ſie, wie bey der Dampfmaſchine, durch chymiſche Operationen hervorgebracht wird, in das Gebieth der Mechanik fällt. Aus dieſen beyden Kräſten laſſen ſich auch, ſo viel ich einſehe, alle Erſcheinungen der Chymie erklären. Um ſo mehr wäre

es ein wahrer Gewinn für die Wissenschaft, wenn Herr Green die Gründe bekannt machen wollte, die ihn bestimmen, die Schwere für eine von der Attraction verschiedene Kraft zu halten. (Grundr. der Chymie §. 17.) Denn da er selbst vom Wärmestoff gesteht, dass er mit allen Körpern auf und in der Erde eine Verbindung eingehe, also sich ebenfalls nach dem Orte der grössern Gravitation begebe; so kann Herr Green den Wärmestoff nur dann für imponderabel halten, wenn er mit dem Worte Schwere einen andern, als den gewöhnlichen Begriff verbindet: eine Sache, die von diesem denkenden Manne gewiss nicht ohne Gründe geschieht, und um deren Bekanntmachung ihm der Wissbegierige Danck schuldig seyn wird.

Noch eins! Einer meiner Herren Zuhörer hat mir folgenden, gewiss scharfsinnigen Zweifel

gegen das Attractions-Gesetz gemacht, den ich hier mittheilen will, weil er vielleicht manchem auffallen könnte, der nicht immer Gelegenheit hätte ihn zu heben. — Wenn die Anziehung aller Körper wechselseitig ist, und sich nach der Quantität der Materie richtet; so müsste eine grössere Quantität Materie langsamer als eine geringere zur Erde fallen, weil das Verhältniss von Anziehungskraft der Erde und des Körpers, zu der Materie des Körpers, bey dem grössern Körper kleiner als bey dem kleinern ist: im Luft leeren Raum müsste der Ducaten später als die Feder zu Boden sinken.

In der That müsste diess wirklich so seyn. Allein die Quantität der Materie der Erde verhält sich zu der eines noch so grossen Körpers auf derselben, wie etwas zu nichts, und die Kraft, die ihr durch die Attractions-Kraft des Körpers

erwächst, kann gar nicht in Anschlag gebracht werden. Die Gröſse des gröſten Berges auf Erden, des Chimboraſſo's, verhält ſich zu der der Erde, wörtlich genommen, wie der Unrath einer Fliege zu einer Kugel von drey Fuſs Durchmeſſer, und daher verschwindet ſelbſt dieſe ungeheure Quantität Materie gegen die der Erde.

Berlin, im Märtz 1798.

VORLESUNGEN
über die
metaphysischen Anfangsgründe
der
NATURWISSENSCHAFT.

Erste Vorlesung.

I.

(Zweck des Werkes.)

1. Durch die besondere Beschaffenheit des Menschen, wodurch er zum Menschen wird, und die ihn von andern Wesen unterscheidet, ist er gezwungen, die Eindrücke, welche die Gegenstände auf seine Sinne machen, auf eine bestimmte, ihm eigenthümliche Art aufzunehmen, d. h. anzuschauen, und sie, nach geschehener Aufnahme zu verarbeiten, d. h. über sie zu denken.

2. Diese besondere, dem Menschen eigenthümliche Art (1) muss aber, eben weil sie allen Menschen zukommt, gewissen Gesetzen unterworfen seyn. Denn wenn sie gesetzlos wäre, wenn sie vom Zufall abhinge; so gäbe der nähmliche Eindruck gar kein bestimmtes Bewusstseyn von demselben, und daher gar keine Erfahrung: heute würde ich, durch einen vom Lichte ausgehenden Strahl, die Vorstellung von einem Lichte, morgen vielleicht die von einem Krokodill erhalten.

3. Die Erkenntniss dieser für den Menschen unwandelbaren Gesetze von der Art wie er die Gegenstände anschauen und über sie denken, (1) d. h. wie er Erfahrung machen muss, nennt man eine Erkenntniss *à priori*.

4. Der Inbegriff mehrerer Erkenntnisse *à priori*, (3) systematisch geordnet, heisst eine Wissenschaft. In der That versteht man unter Wissenschaft eine Sammlung systematisch geordneter Sätze, die nothwendig sind. Nun aber können wir von keiner Erkenntniss ihre Nothwendigkeit oder Allgemeingültigkeit behaupten, als wenn wir wissen, dass sie auf die dem Menschen eigenthümlichen Beschaffenheit gegründet sey. Solche Erkenntnisse hiessen aber *à priori*. (3). Folglich machen auch nur sie eine Wissenschaft aus.

5. Erkenntnisse *à priori*, (3) die sich bloss

mit den Gesetzen beschäftigen, wie der Mensch über die Gegenstände denken muss, heissen metaphysische Erkenntnisse, und der Inbegriff aller dieser Erkenntnisse, heisst Metaphysik.

6. Erkenntnisse *à priori*, (5) aber, die es mit den Gesetzen zu thun haben, die der Mensch beobachten muss, wenn er Dinge neben und nach einander anschauen soll, heissen mathematische Erkenntnisse, und der Inbegriff derselben heisst Mathematik.

7. Unter Wesen eines Dinges versteht man die vom Widerspruche freye Vorstellung, also bloss was zur Möglichkeit desselben gehört. So besteht das Wesen eines Dreyecks in der Möglichkeit, drey gerade Linien anschauen zu können, deren jede zwey grösser als die dritte, und mit ihren Endpuncten verbunden sind; so das Wesen einer Windfahne in der Möglichkeit eine Wirkung zu denken, die der Wind, als Kraft, auf eine ihm dargebotene, und sich um eine ihrer Seiten bewegende Fläche ausüben kann.

8. Hingegen versteht man unter Natur eines Dinges alles, was wir uns von dem Dinge denken müssen, um die Art und Weise wie das Mannichfaltige desselben in ihm als Einheit wirklich da ist, begreifen zu können. So erkennen wir die Natur des Menschen, der Thiere u. s. w. wenn wir einsehen,

auf welche Weiſe das im Menſchen, oder dem Thiere vereinigte Mannichfaltige wirklich vorhanden iſt.

9. Die Erfahrung kann uns zwar zeigen, welche Theile zum Ganzen eines Dinges gehören: ihre Wirkung hingegen auf einander nach dem Geſetze der Cauſalität, und die daraus entſpringende Zuſammennehmung aller Theile zu einem Ganzen, — dieſes iſt ſtets eine Einſicht, die der Menſch, nach den Geſetzen ſeines Denkvermögens allein, erlangen kann. Folglich ſetzt die Erkenntniſs der Natur eines Dinges (8) ſtets Metaphyſik (5) voraus.

II.

10. Auſſer der (8) angezeigten Bedeutung des Wortes Natur, verſteht man auch den Inbegriff aller wirklich vorhandenen Dinge darunter, ſo weit ſie Gegenſtände unſerer Erfahrung werden können.

11. In dieſem Sinne wird das Wort Natur nicht in Bezug auf unſer Denkvermögen, nicht ſo genommen, als wollten wir ihre Einheit nach den Geſetzen unſeres Denkvermögens erforſchen; ſondern bloſs als etwas, das unabhängig von unſerm Denkvermögen exiſtirt, als ein Aggregat von Theilen ohne Verbindung und Einheit, als ein Ding wie jedes andere Ding.

12. Unterſucht man daher, wie dieſes

Aggregat von mannichfaltigen Theilen in dem Dinge Natur genannt, (10. 11.) als Einheit exiſtirend, von uns gedacht werden müſſe; ſo will man die Natur der Natur (8. 10.) kennen lernen. Solcher Geſtalt ſetzt auch dieſe Erkenntniſs Metaphyſik voraus. (5. 9.)

III.

13. Da die Natur der Inbegriff alles deſſen iſt, was Gegenſtand unſerer Erfahrung werden kann; (10) ſo läſst ſich die Naturlehre in zwey Theile zerlegen, und zwar nach der Verſchiedenheit der Sinne, durch welche wir die Erfahrungen bekommen. Daher ſoll die Lehre von den Erfahrungen, die uns die äuſſeren Sinne zuführen, die Körperlehre, ſo wie die, deren Erfahrung uns der innere Sinn liefert, die Seelenlehre heiſſen.

14. Um die Natur eines Dinges (8) zu erkennen, müſſen wir alles wiſſen, was zu dem Daſeyn deſſelben gehört. Nun aber erkennt man noch nicht alles, was zum Daſeyn eines Dinges gehört, wenn man weiſs, welche Theile in ihm enthalten ſind; man muſs auch wiſſen, wie ſie neben einander im Raume verbunden ſind, und wie ſie nacheinander in der Zeit, nach unwandelbaren Geſetzen, folgen. Folglich gehört zur Erkenntniſs der Natur eines Dinges, (8) und mithin auch der Natur der Natur (12) Mathematik. (6).

15. Von dem Theile der Natur (10) alſo, von dem wir, nicht nur eine metaphyſiſche, ſondern auch mathematiſche Erkenntniſs beſitzen, läſst ſich eine Wiſſenſchaft ſeiner Natur erwarten: (3. 8. 14.) von der Körperlehre (13) alſo. Hingegen da wir durch die Erfahrungen des innern Sinnes wohl ſo manche Theile kennen, die zum Objecte dieſes Sinnes, der Seele nähmlich gehören, aber bey weitem nicht wiſſen, wie ſie nothwendig neben und nach einander exiſtiren; ſo haben wir auch noch keine vollſtändige Erkenntniſs von ihrer Natur, und daher erhebt ſich die Seelenlehre auch noch nicht zu dem Range einer Wiſſenſchaft.

16. Ehe man aber einſehen lernt, wie gewiſſe Theile eines Ganzen neben und nach einander exiſtiren, muſs man doch auch wiſſen, welche Vorſtellung man ſich von dieſen Theilen zu machen habe, und wie die Geſetze ihres Neben- und Nacheinanderſeyns ſich daraus mit Nothwendigkeit ableiten laſſen. Ehe man alſo die Mathematik auf die Körperlehre anwenden kann, muſs man wiſſen, was man unter Körpern, und unter Materie, als dem einzigen Beſtandtheile des Naturkörpers, zu verſtehen habe. Man muſs daher ebenfalls hierinn wiederum zur Metaphyſik ſeine Zuflucht nehmen.

17. Die Unterſuchung alſo über das, was

der Menſch, als ſolcher, von der Natur der Körper denken müſſe, wenn es ihm möglich fallen ſoll, eine wahre wiſſenſchaftliche Körperlehre zu erhalten, macht den Gegenſtand der metaphyſiſchen Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft aus.

IV.

18. Da hier nun die Art und Weiſe unterſucht werden ſoll, wie wir uns die Körper, oder ihre Beſtandtheile, die Materie denken müſſen, jedes Denken aber ein Urtheil voraus ſetzt; ſo wird die Vorſtellung, die wir uns von der Materie machen, anders ausfallen, je nachdem wir ſie als bloſse Quantität, als Qualität, oder ihre Relation gegen einander, und ihre Modalität zum Vorſtellungsvermögen erwägen. Folglich wird dieſe Vorſtellung nicht eher vollſtändig ſeyn, als bis wir ſie nach allen den vier Arten betrachtet haben, in denen allein ſich ein Urtheil von dem andern unterſcheidet.

19. Nun aber iſt das erſte, was ſich der Menſch von der Materie vorſtellen muſs, daſs ſie eine Fähigkeit beſitze, auf ſeine Sinne zu wirken; und dieſe Fähigkeiten kann er ſich abermahls nur denken, wenn er ſich vorſtellt, daſs der Materie Bewegung zukommt. Denn jede Wirkung iſt eine Veränderung, und körperliche Veränderung, mit den äuſſeren Sin-

nen wahrgenommen, heiſst Bewegung. Daher wird dieſe erſte Grundbeſtimmung der Materie, die Bewegung nähmlich, nach den vier Titeln der Urtheile abgehandelt werden müſſen.

20. Wir werden alſo betrachten:

a) in der Phoronomie, die Bewegung der Materie bloſs als reines Quantum, ohne alle weitere Qualität als die der Zuſammenſetzung von mehreren Bewegungen zu einer Einheit;

b) in der Dynamik, die Materie in ſo fern ihr die Qualität der Beweglichkeit, oder einer urſprünglich bewegenden Kraft zukommt;

c) in der Mechanik, die Materie wie ſie, durch ihre urſprünglich bewegende Kraft, gegen andere Materie in Relation ſtehe; endlich

d) in der Phänomenologie, die Materie in Bewegung oder in Ruhe nach ihrer Modalität, d. h. in Beziehung auf unſer Vorſtellungsvermögen, als durch welches allein ſie Gegenſtand unſerer äuſſeren Sinne werden kann.

Zweite Vorlesung.

(Phoronomie, oder die Gröſsenlehre der Bewegung.)

I.

21. Bewegung eines Dinges iſt die Veränderung der äuſſeren Verhältniſſe deſſelben zu einem gegebnen Puncte im Raume. So hat die Erde eine Bewegung um ihre Axe, indem ſie in jedem Augenblicke einem gewiſſen Fixſtern einen andern Punct ihrer Oberfläche darbiethet.

22. Die gewöhnliche Erklärung lautet: Bewegung iſt Veränderung des Orts. Aber da in der Phoronomie (20, *a*) nur von der Zuſammenſetzung der Bewegung geſprochen, und gar keine Hinſicht auf die Gröſse des bewegten Körpers genommen werden ſoll; ſo kann hier auch gar nicht die Rede von der Ortveränderung ſeyn, indem die Bewegung eines Körpers ſich ſehr gut ohne Veränderung ſeines mathematiſchen Ortes denken läſst. So bewegt ſich in der That jede Kugel um ihre Axe, und verändert ihren eigentlich mathematiſchen Ort, ihren Mittelpunct nähmlich, dennoch nicht. Wohl aber verändern ſich ihre äuſſeren Verhältniſſe zu einem gegebnen Puncte im Raume.

23. Die Bewegung wird eingetheilt, in: 1) drehende, wenn ſich nur die äuſſeren Verhältniſſe der Körper, nicht ſie ſelbſt den Ort verändern; 2) fortſchreitende mit Erweiterung des Raumes, oder, auf einem gewiſſen Raum eingeſchränkte. Zu der erſten gehören alle nicht in ſich zurückkehrenden, zu der zweyten, alle in ſich zurückkehrenden Bewegungen. Dieſe ſind abermahls entweder ſchwankend oder kreisförmig. Schwankend, wenn der bewegte Körper den eingeſchränkten Raum, den er Ein Mahl beſchrieben hat, nicht nochmahls beſchreiben kann, ohne die der vorigen gerad entgegengeſetzte Richtung einzuſchlagen; kreisförmig, wenn der ſchon durchlaufene Raum zum zweyten Mahle, zwar mit veränderter, aber nicht gerad entgegengeſetzter Richtung beſchrieben wird. Ein Pendul ſchwankt hin und her, und beſchreibt ſeinen Raum aufs neue, wenn es in die gerad entgegengeſetzte Richtung tritt. Die Schauffel an einem Waſſerrade beſchreibt den zurückgelegten Weg aufs neue, wenn ſie die Richtung verläſst, die ſie einen Augenblick zuvor gehabt hat, ohne jedoch in eine dieſer gerad entgegengeſetzten überzugehen.

II.

24. Materie, in metaphyſiſcher Bedeu-

tung, heiſst jeder Gegenſtand äuſſerer Sinne. Nun aber kann erſtlich nichts ein Geganſtand äuſſerer Sinne, werden, als was Bewegung hat; (19) und zweytens muſs jeder Gegenſtand äuſſerer Sinne im Raume angeſchaut werden. Folglich heiſst Materie, in phoronomiſcher Bedeutung, das Bewegliche im Raume.

25. Da hier gar keine andere Eigenſchaft der Materie (24) als die Geſchwindigkeit und Richtuug ihrer Bewegung erwogen werden ſoll; ſo kann es uns auch gar nicht darum zu thun ſeyn, den mit Materie angefüllten Raum von dem unangefüllten zu unterſcheiden: in beyden Fällen wird uns bloſs die äuſſere Form des Beweglichen, der Raum nähmlich den es einnimmt, die Vorſtellung von Materie in phoromiſcher Bedeutung gewähren. Daher heiſſe ein beweglicher Raum, ein materieller Raum.

26. Jeder materielle Raum (25) iſt aber bloſs ein relativer Raum: er bezieht ſich auf einen andern Raum, in dem er ſich bewegt. Denn wenn wir, wie hier geſchieht, den Körper bloſs als mathematiſchen Körper, und alſo bloſs als ausgedehnten Raum betrachten; ſo bewegt ſich, indem der Körper ſich bewegt, ein kleiner Raum in einem gröſsern. Ein Kaſten, der in einem Zimmer fortgeſchoben wird, iſt, wenn wir nur die Bewegung betrachten, ein Raum, der ſich in einem Raume bewegt.

27. Der Raum, worinn sich etwas bewegt, kann, in Hinsicht auf das in ihm Bewegliche, der **absolute Raum** genannt werden: wie z. B. der Raum des Zimmers in Bezug auf den des Kastens.

28. Einen **vollkommen absoluten Raum** aber kann es für uns nicht geben; oder mit andern Worten, ein Raum, in dem alle Bewegung vorgeht, und der an und für sich nicht bewegt ist, kann kein Gegenstand unserer Erfahrung werden. Denn alles, was ein Gegenstand unserer Erfahrung werden soll, muss eine Veränderung auf unsere Sinne durch Bewegung hervorbringen (19). Nun aber soll der vollkommen absolute Raum unbeweglich seyn. Folglich ist jeder Raum, in so fern er Gegenstand der Erfahrung werden kann, bloss ein relativer Raum (26).

29. Da nun Bewegung eines Dinges nichts anders ist, als die Veränderung der äusseren Verhältnisse desselben, zu einem gegebnen Puncte im Raume (21), dieser Raum aber selbst bewegt seyn muss (28); so können wir auch das Quantum der Bewegung nicht an und für sich, sondern bloss in Hinsicht auf den als absolut gedachten, (27) aber in der That bewegten Raum, bestimmen. Folglich ist alle Bewegung bloss **relativ**. Die Bewegung eines Menschen, der in einem Schiffe von vorne nach hinten zu geht, hat in Bezug auf das

als ruhig gedachte Schiff ein bestimmtes Quantum. Bewegt sich aber das Schiff selbst; so verändert sich auch das Quantum der Bewegung des Menschen in Bezug auf das Ufer: und so ist ins Unendliche die Bewegung stets relative, nicht absolute zu betrachten.

III.

30. Unter beharrlich versteht man die Eigenschaft der Dauer eines Dinges während einer Zeit.

31. Ruhe ist die beharrliche (30) Gegenwart (*praesentia perdurabilis*) an demselben Orte.

32. Die gewöhnliche Erklärung der Ruhe, daſs sie Mangel aller Bewegung sey, führt auf eine Schwierigkeit, die nur durch die (31) gegebne Erklärung gehoben wird. Denn setzen wir, ein Körper beschreibe mit gleichförmiger Geschwindigkeit die Länge meines Zimmers in einer Zeit von fünf Minuten, und kehre dann sogleich auf seinem Wege zurück; so sieht man deutlich ein, daſs er, wenn er anstatt umzudrehen, weiter fortgegangen wäre, mit der nähmlichen Geschwindigkeit, in der ganzen Zeit von zehn Minuten, eine Linie hätte beschreiben können, die zwey Mahl so lang gewesen wäre, als die Länge meines Zimmers. Wenn also Ruhe Mangel an Bewegung ist; so entsteht die Frage: was that der

Körper als er das Ende des Zimmers erreichte? Antwort: er bewegte sich; denn wofern er einen Augenblick ruhen sollte, so wäre dieser Augenblick verloren gegangen, und er hätte, bey fortgesetzter Bewegung in der nähmlichen Richtung, den doppelt so grossen Weg nicht beschreiben können. Also muss er sich bewegen. — Nun setzen wir, ein Stein werde in die Höhe geworfen. Sobald der Eindruck, den ihm der Stoss beygebracht hat, aufhört, fällt er, wie man weiss, wieder herunter. Was thut nun der Stein in dem letzten Augenblicke des Steigens und in dem ersten des Fallens? Antwort: er ruhete; denn der Eindruck des Stosses hatte damahls schon aufgehört, und die Einwirkung der Schwere noch nicht angefangen. — Aber gilt nicht die nähmliche Behauptung von dem ersten Falle? Auch hier hatte, in dem Augenblicke des Umkehrens, der Eindruck aufgehört, wodurch der Körper das Zimmer hinaufging, und der noch nicht angefangen, wodurch er es wieder hinabging; und doch waren wir gezwungen zu behaupten, dass der Körper sich in diesem Augenblicke bewege.

33. Allein durch unsere Erklärung der Ruhe (31) fällt diese Schwierigkeit von selbst weg. Denn nun heisst Ruhe nichts anders, als die beharrliche Gegenwart eines Körpers an einem Orte; und da zeigt sich die vollkom-

mene Uebereinſtimmung in beyden Fällen. Ein in die Höhe ſteigender Körper ſteigt bekannter Maaſsen mit gleichförmig verzögerter Geſchwindigkeit, d. h. die Geſchwindigkeit nimmt bis auf einen unendlich kleinen Grad ab, ohne deshalb gleich Null zu werden. Würde nun die Richtung des ſteigenden Körpers von der verticalen Linie, in der er hinaufſteigt, in eine horizontale verwandelt; ſo könnte der Körper mit der unendlich kleinen Geſchwindigkeit die er noch beſitzt, einen unendlich kleinen Raum durchlaufen. Aber da er ſeine verticale Richtung behält; ſo kann er mit der ihm noch zukommenden Geſchwindigkeit wenigſtens nicht mehr ſteigen, und wir heiſsen ihn ruhig, weil er in ſeinem Orte beharren müſste, wenn die Schwere ihm nicht zum Herunterfallen triebe. Alſo an und für ſich iſt die Geſchwindigkeit des ſteigenden Körpers, hier ſo wenig als im erſten Falle, in dem letzten Augenblicke gleich Null. Nur weil hier dadurch keine Wirkung hervorgebracht wird, alſo der Körper an ſeinem Orte beharret, ſagen wir, er ruhe; da er hingegen im erſten Falle mit dieſer unendlich kleinen Geſchwindigkeit wirklich fortgehen könnte, wenn er nicht zurückgetrieben würde, ſo brauchte er auch nicht an ſeinem Orte zu beharren, und wir denken uns ihn in Bewegung.

34. Die algebraiſche Bezeichnungskunſt

biethet uns ein Mittel an die Hand, diesen schwierigen Satz kürzer und faslicher darzustellen. Der gleichförmig bewegte Körper rückt in jeder Zeit $= dt$, um den Raum ds fort. Daher könnte er, wenn er am Ende seiner Laufbahn nicht gezwungen wäre, von der positiven Richtung die er hatte, in die negative gleich überzugehen, mit der Geschwindigkeit dc die ihm übrig bleibt, einen Raum ds in der Zeit dt zurücklegen. Da nun, wenn diess geschehen kann, der Körper als bewegt vorgestellt wird; so sagen wir auch der Körper sey im Augenblicke des Umkehrens in Bewegung. Hingegen ist bey der gleichförmig verzögerten Bewegung $s = \frac{1}{t^2}$, daher könnte der Körper mit der Geschwindigkeit dc die er im letzten Augenblick behält, in der Zeit dt nur $(ds)^{\frac{1}{2}}$ steigen: eine Bewegung, die, obgleich an und für sich nicht $= 0$, doch in Bezug auf die gleichförmige Bewegung, bey der er mit dc in dt einen Weg ds zurücklegt, verschwindet, d. h. die wir für Beharrlichkeit an seinem Orte halten.

Dritte Vorlesung.

(Vorbereitung zur Zusammensetzung der Bewegung.)

I.

35. Da in der Phoronomie die Grössenlehre der Bewegung aufgestellt werden soll (19, a)

so

so können hier keine andere Sätze vorkommen als solche, die sich aus der Bewegung und ihrer Grösse ableiten lassen. Da haben wir dann keine andere als folgende Sätze:

a) Jede Bewegung hat einen gewissen Grad der Geschwindigkeit: d. h. sie läuft einen gegebnen Raum in einer gewissen Zeit durch.

b) Dieser Grad der Geschwindigkeit kann, weil wir ihn uns als Grösse vorstellen, vermehrt oder vermindert werden: d. h. durch eine hinzukommende Bewegung zunehmen, durch eine davon hinweg genommene Bewegung abnehmen.

c) Da die Materie in ihrer Bewegung einen gegebnen Raum durchläuft; so kann sie diesen Raum entweder in der ganzen Zeit durch welche die Bewegung dauert, in der nähmlichen Richtung beschreiben, oder die Beschreibung desselben geschieht in verschiedenen Richtungen.

56. Kann man nun aus dem Begriffe der Bewegung selbst die Vorstellung herleiten, welche man mit der Abänderung der Geschwindigkeit und der Richtung verbinden müsse; so werden Sätze, die diess leisten, rein phoronomische Sätze seyn. Hingegen wenn man, wie das gewöhnlich geschieht, die Abänderung der Geschwindigkeit und der Richtung nur aus dem Hinzukommen äusserer Ur-

ſachen, äuſſerer Kräfte, als Druck und Stoſs erklärt; ſo wird dieſs Verfahren freylich die Mittel anzeigen, wodurch dieſe Abänderung wirklich werde, bey weitem aber nicht, wie ſie an ſich möglich ſey. Gerade ſo wie in der Geometrie. Je weiter ich die Schenkel eines Zirkel-Inſtruments durch die Kraft meiner Finger auseinander ziehe, deſto gröſser wird auch der zwiſchen ihnen liegende Winkel: dieſs hat Bezug auf die Wirklichkeit. Hätte ich aber keine nothwendige Anſchauung von dem, was Vergröſserung eines Winkels durch Hinzuſetzung des Gleichartigen ſey; ſo könnte ich auch gar nicht die Möglichkeit dieſer wirklichen Vergröſserung durch Kräfte einſehen. Den phyſiſchen Begriffen von wirklicher Abänderung der Bewegung durch Kräfte, muſs eine reine nothwendige Anſchauung vorangehen, die es möglich macht, uns dieſe wirkliche Abänderung vorzuſtellen.

57. Nach dieſer Vorbereitung wird man leicht verſtehen, was der Ausdruck ſagt: die Bewegung eines Punctes iſt zuſammengeſetzt, wenn wir uns vorſtellen, daſs in ihr mehrere Bewegungen des nähmlichen Punctes verbunden ſind. Sie ſind aber in ihr verbunden, wenn es in der Bewegung, die aus der Verbindung entſteht, ſichtbar wird, daſs jede einzelne derſelben das geleiſtet hat, was ſie auſſer der Verbindung allein geleiſtet haben würde.

38. Die zusammengsetzte Bewegung (37) wird construirt, wenn man die Bedingungen zeigt, wodurch sie eine äussere Anschauung werden kann, und sie daher in einer nothwendigen Anschauung *à priori* darstellt. So wird ebenfalls der Begriff eines Dreyecks construirt, wenn man die Bedingungen zeigt, unter welchen ein Dreyeck darzustellen möglich ist: d. h. wie wir es *à priori* anschauen müssen, um eine Vorstellung von ihm zu haben.

II.

39. Ehe wir nun die Construction der Zusammengesetzten Bewegung (38) vornehmen, müssen wir folgenden Satz voranschicken. Die Vorstellung von der Richtung und der Geschwindigkeit einer geradlinigen Bewegung wird nicht abgeändert, ein Körper mag seine äussere Verhältnisse gegen einen ruhigen Punct verändern, oder der Körper selbst mag ruhen und der Punct sich in entgegengesetzter Richtung bewegen. So ist es gleichviel für die Vorstellung von Bewegung, ob ich mich von einem andern Menschen in der Richtung von Osten nach Westen entferne, oder ob er sich von mir in der Richtung von Westen nach Osten entfernt.

40. Der Grund zu dieser Erscheinung ist sehr einleuchtend. Denn wir bekommen die Vorstellung von einer Bewegung nur dann,

wenn ſich die äuſſeren Verhältniſſe des Dinges zu einem gegebnen Puncte im Raume verändern (21). Setzen wir nun, daſs eine Linie von einem Puncte *A* nach einem Puncte *B* gezogen, ſenkrecht auf der Fläche ſtehe, worinn *B* ſich befindet. Mag nun *A* ſich von rechts nach links, oder *B* in entgegengeſetzter Richtung bewegen; alle Mahl wird der Winkel, den die Linie *AB* mit der Fläche von *B* macht, der nähmliche, und daher die Veränderung von *A* gegen *B* die nähmliche bleiben.

41, In Bezug auf die Vorſtellung der Bewegung, iſt dieſer Satz (39) alle Mahl richtig, die Bewegung mag gerad- oder krummlinig ſeyn, indem der Beweis (40) auf beyde Arten paſst. So iſt es auch, in Betracht des hervorgebrachten Scheins, in der That einerley, ob die Sonne ſich von Oſten nach Weſten, oder die Erde ſich um ihre Axe von Weſten nach Oſten bewegt. Wir muſsten aber dennoch die Allgemeinheit dieſes Satzes auf die geradlinige Bewegung (39) beſchränken, weil die Vorſtellung einer krummlinigen Bewegung, wie wir weiter unten (68) ſehen werden, gar keine phoronomiſche Vorſtellung iſt, und erſt in die Mechanik gehört.

42. Die Zuſammenſetzung mehrerer Bewegungen läſst ſich auf die von zwey Bewegungen zurückführen. Denn wenn man zeigen ſoll, wie aus mehreren Bewegungen *A*,

B, *C*, etc. eine einzige entſtehe; ſo braucht man nur erſt die Zuſammenſetzung von *A* und *B* darzuthun. Entſteht daraus die zuſammengeſetzte Bewegung *P*; ſo ſetze man dieſe mit *C* zuſammen, woraus *Q* entſtehen wird. Dieſe abermahls mit *D*, und ſo ins unendliche.

III.

43. Zwey Bewegungen, die an einem und dem nähmlichen Puncte zu gleicher Zeit angetroffen werden, haben entweder einerley, oder verſchiedene Richtungen; und die verſchiedenen Richtungen ſind abermahls entweder einander gerad entgegen geſetzt, oder ſie ſind es nicht, und ſchlieſſen einen Winkel ein. Folglich wird es nur drey Sätze von der Zuſammenſetzung der Bewegung geben.

44. Die Verſchiedenheit in der Geſchwindigkeit, die beyden Bewegungen zukommt, kann keine beſonderen Lehrſätze erfordern. Denn da die Geſchwindigkeit, als eine Vorſtellung des innern Sinnes, ſich auf einen Zahlenbegriff zurückführen läſst; ſo weiſs man ſchon aus der Arithmetik, wie man verſchiedene Zahlen, und mithin auch verſchiedene Geſchwindigkeiten zuſammenſetzen müſſe. Hingegen gehört die Vorſtellung von Richtung zu denen der reinen Geometrie, und da dieſe für die Zuſammenſetzung einer Richtung aus vielen keine Lehrſätze aufzuweiſen hat; ſo müſ-

ſen ſolche in der Phoronomie aufgeſtellt werden.

45. Zu der richtigen Vorſtellung von der Zuſammenſetzung zweyer Bewegungen iſt es nicht hinreichend, wenn man ſich denkt, ein einziger Punct verbinde beyde Bewegungen in ſich, und die Veränderung, die aus der Verbindung entſpringt, beſtehe bloſs darinn, daſs der Raum, den der bewegte Punct mit jeder einzelnen Bewegung beſchrieben hätte, durch die Zuſammenſetzung verändert, d. h. vergröſsert oder verkleinert werde.

46. Wir wollen alle drey oben (43) erwähnte Fälle dieſes Satzes durchgehen. — Der erſte Fall iſt nun, wenn die Bewegungen, die zuſammengeſetzt werden ſollen, einerley Richtung haben, und alſo eine die andere vermehrt. Setzen wir nun, ein Punct *P* durchlaufe in der Zeit von einer Stunde den Raum einer Meile. Mit einer andern Geſchwindigkeit hingegen könnte er in eben dieſer Zeit zwey Meilen zurücklegen; ſo wird er, nach gewöhnlichen Begriffen, durch die Verbindung beyder Geſchwindigkeiten, in einer Stunde drey Meilen, alſo die erſte Meile in zwanzig, die zwey letzten in vierzig Minuten beſchreiben. Dieſes thut aber dem Begriffe von der Zuſammenſetzung der Bewegung kein Genüge; denn dieſer fordert, (37) daſs der Antheil, den jede Geſchwindigkeit an der

jetzigen Bewegung hat, gerade ſo dargeſtellt werde, als ſie vor der Verbindung ſich zeigte. Dem zu Folge müſste die erſte Meile in einer Stunde, und die zwey letzten ebenfalls in einer Stunde zurückgelegt werden, welches aber nicht angeht.

47. Eine ähnliche Bewandniſs hat es mit dem zweyten Falle, wenn nähmlich die Bewegungen gerad entgegengeſetzte Richtungen einſchlagen, und ſich alſo wechſelſeitig vermindern. Denn ſetzen wir, der Punct *P* könnte mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit den Weg einer Meile nach der Richtung von rechts nach links in einer Stunde, und mit einer andern Geſchwindigkeit in eben dieſer Zeit zwey Meilen von links nach rechts zurücklegen; ſo würde er, wenn beyde Bewegungen ſich in ihm vereinigten, in einer Stunde eine Meile in der Richtung von links nach rechts durchlaufen. Dieſes ſtellte abermahls den Begriff einer Zuſammenſetzung nicht dar, indem hier keine der Bewegungen, die der Punct *P* vor der Verbindung hatte, ſichtlich wird.

48. Was den dritten Fall betrifft, wenn die Richtungen der Bewegungen einen Winkel einſchlieſsen; ſo kann, nach der Zuſammenſetzung der Bewegung, der Punct *P* weder in der einen, noch in der andern Richtung bleiben, indem ſie ſich wechſelſeitig Abbruch

thun, ohne ſich aufzuheben. Er wird daher eine ganz neue, von beyden verſchiedene Richtung einſchlagen müſſen; aber dadurch wird hinwiederum keine der Richtungen dargeſtellt, die der Punct P vor der Zuſammenſetzung der Bewegung einſchlagen wollte.

49. Durch algebraiſche Zeichen laſſen ſich alle drey Fälle zuſammen faſſen, und die Schwierigkeit folgender Geſtalt darſtellen. Der Punct P habe eine Geſchwindigkeit $= C$ mit der er in der Zeit $= T$ den Raum $= S$ durchläuft. Mit der Geſchwindigkeit $= c$ könnte er den Raum $= s$, in der Zeit $= t$ durchlaufen. Nun drücke man die Gröſsen C und c durch zwey Linien aus, die ſich in ihren Endpuncten unter dem variablen Winkel $= \varphi$ ſchneiden; ſo wird, wenn wir die Geſchwindigkeit, die der Punct P durch die Verbindung beyder erhält, G nennen, nach bekannten Regeln ſeyn $G^2 = C^2 + c^2 + 2\,Cc\,Coſ\,\varphi$. Dieſe Formel enthält nun alle drey Fälle. Denn wenn $\varphi = 0$ iſt, fallen beyde Linien zuſammen, und eine Geſchwindigkeit verſtärkt die andere, weil ſie mit ihr einerley Richtung hat. Alsdann iſt aber $Coſ\,\varphi = 1$ und daher $G = C + c = \frac{S}{T} + \frac{s}{t}$. Wird hingegen $\varphi = 180°$ geſetzt, ſo machen die beyden Richtangen eine gerade Linie aus, und die Geſchwindigkeiten ſind ſich entgegengeſetzt. Alsdann iſt $Coſ\,\varphi = -1$, und $G = C - c = \frac{S}{T} - \frac{s}{t}$. Soll nun die

Construction diesen Formeln vollkommen entsprechen; so muſs der Punct P, nach der Zusammensetzung, anfänglich die Geschwindigkeit $\frac{S}{T}$, und dann die Geschwindigkeit $+ \frac{s}{t}$ erhalten, da er doch in der That den ganzen Weg mit der Geschwindigkeit $\frac{St + sT}{Tt}$ durchläuft.

IV.

(Zusammensetzung der Bewegungen.)

50. Zu der richtigen Vorstellung von der Zusammensetzung der Bewegung muſs man die zwey in Einem Puncte P als vereinigt gedachte Bewegungen dergestalt vertheilen, daſs er selbst mit Einer von diesen Bewegungen eine gewiſse Richtung beschreibt, indeſs ein anderer Punct im Raume, auf den die ganze Bewegung bezogen wird, (21) mit der andern Bewegung die entgegengesetzte Richtung einschlägt.

51. Daſs durch diese Vorstellungsart die Vorstellung von der Bewegung des Punctes P nicht abgeändert werde, ist, im allgemeinen, oben (39) schon gezeigt worden. Hier müſsen wir also nur noch alle drey Fälle ins besondere durchgehen, und darthun, daſs dadurch die Schwierigkeiten wegfallen, die wir in der gewöhnlichen Vorstellungsart fanden.

52. Ein Reiter am Ufer eines Fluſses habe die Geschwindigkeit in einer Stunde eine Meile

zurücklegen zu können. Seine Bewegung werde auf ein Schiff auf dem Flusse bezogen, das in eben dieser Zeit zwey Meilen, aber in entgegengesetzter Richtung mache. Nach Verlauf von einer Stunde ist der Reiter vom Schiffe drey Meilen entfernt, und zwar hat er diese Entfernung durch die Zusammensetzung der Bewegungen beyder erlangt. Denkt man sich beyde Bewegungen in dem Reiter verbunden, und also das Schiff ganz ruhig; so hat der Reiter, in Bezug auf das Schiff, eine Geschwindigkeit, mit der er drey Meilen in einer Stunde zurücklegt. Hier wird aber in der That die erste Meile vom Reiter in einer Stunde, und die zwey andern Meilen vom Schiffe in zwey Stunden, also das Ganze nach der Verbindung beyder Bewegungen eben so zurückgelegt, als vor derselben.

53. Dessgleichen wenn der Reiter die Richtung des Schiffes hat, werden beyde, nach Verlauf von einer Stunde, um eine Meile von einander entfernt seyn; oder man wird sagen, durch die Verbindung beyder Geschwindigkeiten habe das Schiff von seiner ersten Geschwindigkeit verloren, und eine solche erhalten, wodurch es in einer Stunde eine Meile zurücklegt, oder sich vom Reiter, als auf welchen seine Bewegung bezogen wird, entfernt. Aber auch hier sind die einzelnen Geschwindigkeiten durch die Verbindung nicht verändert, und nach derselben eben so dargestellt worden, als sie vor derselben waren.

54. Was nun den dritten Fall betrifft; so denke man sich einen Menschen, der an eine viereckige verticale Tafel von links nach rechts eine horizontale Linie in eben der Zeit beschreibt, in der sich die Tafel immer in verticaler Richtung in die Höhe bewegt. Da der Mensch bey der Beschreibung seiner Linie die Richtung nicht ändert; so wird er, durch die Zusammensetzung seiner Bewegung mit der der Tafel, die Diagonale der Tafel durchlaufen: eine von beyden verschiedene Richtung, ohne dass beyde Bewegungen, aus denen die neue zusammengesetzt ist, weder aus der Richtung, noch aus ihrer Linie herausgekommen sind.

55. Lassen wir nun die Beyspiele fahren, und stellen uns bloss einen Punct P vor, dem wir die ganze Bewegung zuschreiben, und einen andern Punct Q, auf den wir sie beziehen. Wird nun die ganze Bewegung, nach Anleitung der Beyspiele, zwischen P und Q vertheilt; so sieht man die Bedingungen ein, wodurch es möglich wird, dass zwey Bewegungen, ohne sich im mindesten zu ändern, dennoch, in dem Puncte P als verbunden gedacht, nach der Zusammensetzung eine ganz andere Erscheinung, als vor derselben, hervorbringen. Dadurch aber, dass man die Bedingungen der Möglichkeit einer zusammengesetzten Bewegung einsieht, ohne zu äusseren

Kräften ſeine Zuflucht zu nehmen, wird ſie conſtruirt. (38) Folglich wird unſere Vorſtellungsart uns die Conſtruction der zuſammengeſetzten Bewegung gezeigt haben.

56. Es iſt aber alle Verſchiedenheit, die wir mit der Bewegung, als Quantität betrachtet, vornehmen können, darauf beſchränkt, daſs die ganze Quantität der in einem Puncte vereinigten Bewegungen, entweder einerley, oder entgegengeſetzte, (viele) oder endlich unbeſtimmt welche (alle) Richtungen haben. (43) Dieſes machen aber die drey Fälle aus, die wir betrachtet haben. Folglich ſind das auch alle Sätze geweſen, die in die Phoronomie gehören.

Vierte Vorlesung.

(Andere Ausführung des vorigen.)

I.

57. Zum Schluſſe dieſes Hauptſtückes wollen wir, zur deutlichern Verſtändniſs des bisher Geſagten, den Grund, weſshalb man bey der Zuſammenſetzung der Bewegung die ganze Bewegung zwiſchen dem bewegten Punct, und dem vertheilen müſſe, auf den die Bewegung bezogen wird, noch auf eine andere Art vortragen.

58. Wie man ſich die Zuſammenſetzung

der Bewegung gewöhnlich begreiflich macht, und die ganze Bewegung in dem Einem Puncte P wirklich vereinigt denkt, hat man dazu kein anderes Mittel, als Kräfte anzunehmen, die auf den Punct P zusammen wirken, und sich wechselseitig einander entweder Vorschub oder Abbruch thun. So kann ein Schiff, als Punct betrachtet, durch Ruder und durch Segel getrieben, entweder mit dem Winde, oder gegen denselben, oder mit halben Winde fahren. Im ersten Falle wird durch die Zusammensetzung der bewegenden Kräfte die Geschwindigkeit des Schiffes vermehrt, und die Richtung beybehalten; im zweyten die Geschwindigkeit vermindert, und die Richtung der Bewegung des Schiffes, durch die Kraft des Windes, aufgehoben; im dritten Falle die Summa der Geschwindigkeit beyder Kräfte ebenfalls verändert, und die Richtungen beyder abgeändert.

59. Allein da wir hier in dieser Vorstellungsart stets einen und den nähmlichen Punct in Bewegung setzen, und daher zwey Kräfte zur Hervorbringung der zusammengesetzten Bewegung brauchen müssen; so entsteht die Frage, welchen Begriff haben wir von der Verbindung von Kräften, oder mit andern Worten, wie geht eine Kraft zu einer andern so über, daſs sie dieselbe vergröſsert oder verkleinert?

60. In der That haben wir davon wirklich keinen Begriff, ſondern wir ſchlieſsen nur auf Veränderung der Kraft als Urſache, durch Veränderung der Bewegung als Wirkung: Erſcheinungen als Urſache, von denen wir homogene Wirkungen beobachtet haben, werden von uns, in Bezug auf dieſe ihre Wirkungen, als homogene Kräfte betrachtet, die ſich, wie alles Gleichartige, zu einer einzigen Gröſse zuſammenſetzen laſſen. So ſehen wir, daſs Wind und Ruder ein Schiff bewegen, ſo ebenfalls, daſs Sonne und Flamme das Queckſilber ausdehnen können; und in Bezug auf dieſe gleichartigen Wirkungen, halten wir Wind und Ruder, Sonne und Flamme, ſo ungleichartig ſie an ſich auch immer ſind, doch für gleichartige Dinge, und verbinden ſie zu einer einzigen Gröſse.

61. Nun kann uns aber die Gleichartigkeit zweyer Wirkungen nicht anders als durch die Erfahrung bekannt werden, und daher auch nur dadurch die Gleichartigkeit der Kräfte. Wie will uns aber die Erfahrung über das Geſetz belehren, wie dieſe gleichartigen Theile zu einem Ganzen verbunden werden müſſen?

62. Das braucht ſie nicht, wird man ſagen; ſondern wenn wir die Gleichartigkeit zweyer Kräfte aus ihren Wirkungen erfahren haben, verbinden wir ſie nach dem allgemeinen Geſetze aller Gröſsen. Allein dieſs allge-

meine Gesetz reicht bey der Zusammensetzung der Bewegung nicht aus; denn es kommt hier nicht bloss auf Vergrösserung und Verkleinerung einer Bewegung durch die andere, sondern auch auf die daraus entstandene Richtung an. Die Vorstellung von Richtung aber, ist gar keine arithmetische, sondern bloss geometrische Vorstellung, und da läfst sich das allgemeine Gesetz von Verbindung der Grössen überhaupt nicht brauchen. Entweder also die Sätze, die sich auf Abänderung der Richtung beziehen, sind blosse Erfahrungssätze, ohne alle innere Nothwendigkeit, und man sagt durch sie nichts, als: diess oder jenes haben wir von der Abänderung der Richtung erfahren; oder, wofern diese Sätze auf geometrische Nothwendigkeit Anspruch machen sollen, müssen sie sich, wie alle geometrischen Lehrsätze, *à priori* construiren lassen. Das geht aber nach der gewöhnlichen Vorstellungsart gar nicht an. Denn weder die Veränderung selbst die eine Kraft durch die anderer erleidet, noch wie Kräfte wechselseitig ihre Richtungen verstärken, zernichten oder abändern, läfst sich durch Linien darstellen.

63. Ueberdiess sieht wohl jeder auch ohne Erinnerung ein, dass nach der gewöhnlichen Art die Zusammensetzung der Bewegung als Zusammensetzung von Kräften vorzustellen, bey der Verminderung der grössern Kraft

durch die kleinere, ſtillſchweigend der Satz vorausgeſetzt wird: jede Wirkung iſt der Gegenwirkung gleich. Denn ohne dieſen Satz weiſs man nicht einmahl um wie viel eine Kraft die andere vermindern wird, und daher auch nicht, wie groſs man die Linien annehmen ſoll, die den Kräften entſprechend gedacht werden. Nun aber werden wir weiter unten zeigen, daſs dieſer Satz ſelbſt ſeine Nothwendigkeit erſt dann erhalte, wenn die Lehrſätze von der Zuſammenſetzung der Bewegung nothwendig ſind. Ohne es alſo zu merken, dreht man ſich, bey der Verminderung einer Bewegung durch die andere, und folglich, da alle zuſammengeſetzte Bewegung darauf zurückgeführt werden kann, (49) alle Mahl im Zirkel herum.

II.

64. Nach unſerer Vorſtellungsart aber, bekümmern wir uns weder um den Begriff Kraft, noch um den der Wirkung; ſondern der Gang, den wir zur Darſtellung der zuſammengeſetzten Bewegung einſchlagen, iſt ſummariſch folgender:

65. Jedes Ding, das Gegenſtand unſerer Sinne werden ſoll, muſs Bewegung haben. (19) Nun iſt es zwar für die Conſtruction des Begriffes Bewegung ſehr verſchieden, ob ſie nach rechts oder nach links geſchieht; allein die

Gröſse

Gröſse ſelbſt leidet nicht die mindeſte Abänderung, ob wir ſie uns, als von einem Puncte von rechts nach links zu, beſchrieben denken, oder von einem andern Puncte, der dieſen Weg, von links nach rechts zu, zurücklegt: alle Mahl wird die Linie gleich groſs bleiben. Trifft nun beydes zu, bewegen ſich wirklich zwey Puncte; ſo entſpringt daraus für uns die Vorſtellung einer zuſammengeſetzten Bewegung, ſobald wir beyde Bewegungen in einem Puncte vereinigt denken; und ſie entſpringt nach Geſetzen, die oben gezeigt worden ſind. (50 *f.*)

66. Hiebey braucht ſich die Bewegung des einen Punctes nicht mit der des andern ſo zu verbinden, daſs eine mit der andern gleichſam zuſammenſchmilzt; ſondern, da ſich wirklich zwey Puncte bewegen, verrichtet jeder für ſich, nach wie vor ſein Geſchäft; aber dieſes ihr beyderſeitiges Geſchäft vereinigt ſich in unſerer Vorſtellung zu einem Ganzen, zu einer einzigen zuſammengeſetzten Bewegung. Und zwar wird hiebey nichts weiter vorausgeſetzt, als was aus den Begriffen der Geometrie folgt, nähmlich: eine Linie iſt gröſser als zuvor, wenn ihre beyden Endpuncte weiter von einander ſtehen; ſie iſt kleiner, wenn die Endpuncte näher an einander gebracht werden; das iſt eine Diagonale, deren End-

puncte in den gegenüberſtehenden Winkeln eines Viereckes liegen.

67. Jetzt, da die Möglichkeit der Verbindung zweyer Bewegungen, unabhängig von aller Erfahrung, und mit ſtrenger Nothwendigkeit eingeſehen wird, iſt die Anwendung auf Erfahrung ſehr leicht. Haben wir erfahren, daſs z. B. Wind und Ruder ein Schiff bewegen; ſo iſt es für unſere Vorſtellung von dieſer Bewegung ganz einerley, ob das Schiff Strom ab, oder das Ufer Strom auf von ihnen getrieben wird. Je nachdem wir nun die Vermehrung oder Verminderung der Wirkung durch die Zuſammenſetzung der Kräfte bemerken, müſſen wir dieſe einzelnen Wahrnehmungen unter das allgemeine Geſetz ordnen, und im erſten Falle die Forttreibung des Schiffes durch eine dieſer Kräfte, den Wind z. B. in Zurücktreibung des Ufers; im zweyten Falle die Zurücktreibung des Schiffes durch den Wind, in eine Fortbewegung des Ufers verwandeln.

III.

68. Daher endlich, weil wir den Erfahrungsbegriff Kraft vermeiden wollten, muſste ſich unſer Satz (59) bloſs auf die geradlinige Bewegung einſchränken. Denn der Begriff einer krummlinigen Bewegung kann der Vorſtellung von einer Kraft die ſie hervorbringt,

nicht entbehren, und ſie kann daher auch nicht *à priori* conſtruirt werden.

69. Eine krummlinige Bewegung heiſst nähmlich eine ſolche, die in jeder noch ſo kleinen Zeit ihre Richtung verändert. Nun aber ſetzt die Vorſtellung von einer Veränderung, das Verhältniſs von der Wirkung zur Urſache voraus; oder, man muſs erſt die Urſache kennen, ehe man die als Wirkung hervorgebrachte Veränderung begreifen kann. Eine jede Urſache aber, die eine Veränderung zur Wirkung hat, iſt eine Kraft. Folglich ſetzt die Vorſtellung einer krummlinigen Bewegung den Begriff Kraft voraus.

70. In der That mag man die krummlinige Bewegung von welcher Seite man will betrachten, und ſo, wie das gewöhnlich geſchieht, als aus unendlich kleinen Winkelbewegungen erzeugt, vorſtellen; ſo muſs man immer zu einer Kraft, oder zu etwas ſeine Zuflucht nehmen, daſs uns das Quantum der Bewegung ganz unbeſtimmt läſst. Denn um die Beſchreibung des erſten Elements der Curva, als der unendlich kleinen Diagonale eines Vierecks, zu conſtruiren, müſſen wir uns vorſtellen, daſs die beyden Puncte P und Q (55) ihre Bewegung ſo verrichten, wie (54) gezeigt worden iſt. Hiebey behält P ſowohl als Q ſeine Richtung, und es entſpringt aus der Zuſammenſetzung beyder Bewegungen bloſs die Vor-

ſtellung einer neuen Richtung. Behielte *P*, nachdem die erſte Diagonale beſchrieben iſt, ſeine Richtung noch ferner bey; ſo könnte, ſo lange ſeine Bewegung auf *Q* bezogen wird, keine ſolche neue Diagonale entſtehen, die mit der erſten einen Winkel einſchlöſſe, und der Curva zweytes Element ausmachte. Um dieſes zu können, müſste entweder *P* ſeine Richtung ändern, oder deſſen Bewegung auf einen andern Punct im Raume bezogen werden. Zu dem erſten, zu der Abänderung der Richtung, bedarf es einer wirklichen Kraft; und das zweyte iſt eine Annahme, die gar nicht aus dem Begriffe der Bewegung flieſst. Dieſer fordert ausdrücklich nur Einen Punct, auf den die ganze Bewegung bezogen werden muſs, wenn man ihre Quantität beſtimmen will. Denn wie will man das Quantum der Bewegung kennen lernen, wenn man nicht weiſs wie viel ſich der bewegte Punct von einem einzigen beſtimmten Puncte im Raume entfernt hat? Die Vorſtellung einer krummlinigen Bewegung iſt daher keine rein phoronomiſche Vorſtellung.

Fünfte Vorlesung.

(Dynamik, oder die Kraftlehre der Bewegung.)

I.

71. Jede Veränderung hat ihre Ursache. Nun ist Materie das Bewegliche im Raume. (24). Folglich wenn diese blosse Fähigkeit zur Bewegung sich in wirkliche Bewegung verwandeln soll, geht mit der Materie eine Veränderung vor, die daher eine Ursache haben muss.

72. Eben so auch umgekehrt, wenn die Materie durch irgend eine Ursache in Bewegung ist, bedarf es einer andern Ursache, um sie aus dem Zustande der wirklichen Bewegung in den der blossen Beweglichkeit zu versetzen.

73. Ein Raum, der keine Ursache in sich enthält, die wirklich bewegte Materie zum Zustande der blossen Beweglichkeit zurückzuführen, heisst ein leerer Raum.

74. Ein Raum, der eine solche Ursache (73) enthält, so dass er daher der bewegten Materie widersteht in ihn einzudringen, heisst ein erfüllter Raum. (voller Raum.)

75. Die Ursache, weshalb eine bewegte Materie verhindert wird, in einen Raum zu dringen, kann daher rühren, dass der Raum, in welchen die bewegte Materie eindringen

will, in eben der Richtung fortrückt, als die bewegte Materie ihm nachrückt. (53)

76. Sobald alſo eine bewegte Materie in einen erfüllten Raum, (74) eindringen will, und dieſer es nicht zugibt, bewegt ſich dieſer erfüllte Raum in einem andern Raume. (75) Daher muſs der erfüllte Raum die Fähigkeit ſich zu bewegen beſitzen, und alſo etwas Bewegliches im Raum ſeyn. Alles Bewegliche im Raume heiſst aber Materie. (24) Folglich iſt der Raum, ſo fern er erfüllt iſt, ebenfalls Materie, und wir können daher ſagen: **Materie**, in dynamiſcher Bedeutung, heiſst das Bewegliche im Raume, in ſo fern es einen Raum erfüllt.

77. Dieſe Eigenſchaft nun, vermöge der die Materie jeder Bewegung widerſteht, die den Raum vermindern will, den ſie einnimmt, macht die zweyte Eigenſchaft derſelben aus. Sie heiſſe die **Erfüllung des Raumes.**

78. Zur beſſern Verſtändlichkeit dieſer Eigenſchaft merke man, daſs hiedurch gar nicht behauptet wird, es könne kein Aggregat von materiellen Theilen in einen engern Raum zuſammengedrückt werden; noch vielweniger, daſs die Materie nicht ihren Raum verlaſſen, und einer andern Materie ihren Platz einräumen könne. Dieſe beyden Sätze ſprechen von verſchiedenen Zeiten: wenn eine Materie M in der Zeit T den Raum S ein-

genommen hat, kann ſie, ſo ſagt der erſte Satz, zu einer andern Zeit t zuſammengedrückt werden, und den kleinen Raum s einnehmen. Eben ſo ſagt der andere Satz: die Materie M nahm zu der Zeit T den Raum S ein, und kann in der Zeit t daraus vertrieben werden, um den neuen Raum R einzunehmen. Hier hingegen, durch die Erfüllung des Raumes (77) verſtehen wir die Eigenſchaft der Materie, vermöge der ſie zu jeder Zeit irgend einen Raum für ſich allein erfüllt, und nicht zugibt, daſs in der nähmlichen Zeit eine andere Materie mit ihr in dem nähmlichen Raume vorhanden ſey.

79. Dem Anſcheine nach läſst ſich die Eigenſchaft der Erfüllung des Raumes, (77) auf den Satz des Widerſpruches zurückführen. Denn daſs ein Ding an dem Orte iſt, wo es iſt, ſcheint identiſch zu klingen. Auch haben alle Naturforſcher bis jetzt das Urtheil: die Materie erfüllt ihren Raum, für ein analytiſches Urtheil gehalten, und es daher auf den Satz des Widerſpruchs gegründet.

80. Allein genau betrachtet, ſagt der Satz: ein Ding iſt an dem Orte, wo es iſt nur aus, daſs jede Materie irgend einen Ort haben müſſe; nicht aber, daſs eine andere Materie, die ihre Bewegung auf den Ort der erſten hinrichtet, mit dieſer nicht zu gleicher Zeit an dem nähmlichen Orte ſeyn könne. Hiebey

geht man ſchon aus dem phoronomiſchen Begriff der Materie (24) hinaus, erweitert ihn durch den Zeitbegriff, der nothwendig in dem Urtheil vorkommen muſs, und macht es dadurch zu einem ſynthetiſchen Urtheile. Der Ausdruck zu gleicher Zeit aber iſt unumgänglich nothwendig; denn zu verſchiedenen Zeiten wird wohl niemand läugnen, daſs die Matenie *B* den Ort beſetzen könne, den die Materie *A* eingenommen hatte. Daher ſagt der Satz: ein Ding iſt an dem Orte, wo es iſt, in der That ganz etwas anders aus, als er auszuſagen ſcheint. Denn er umfaſst ſtillſchweigend den gar nicht analytiſchen Zuſatz: mit Ausſchlieſsung jedes andern Dinges. Der vollſtändige Satz würde lauten: nur Eine und nicht mehrere Materie iſt zugleich in dem nähmlichen Orte. Dieſes aber läſst ſich aus dem phoronomiſchen Begriffe der Materie (24) nicht entwickeln; ſondern er wird durch dieſe ihm beygelegte dynamiſche Eigenſchaft wirklich erweitert

81. Fragt man ſich daher, wie müſſen wir uns die Möglichkeit dieſer Eigenſchaft denken; ſo haben wir kein anders Mittel dazu, als anzunehmen, daſs die Materie eine beſondere bewegende Kraft beſitze, vermöge der ſie ihren Raum erfüllt.

82. Denn da einen Raum erfüllen nichts anders heiſst, als der Bewegung einer andern

Materie *B*, die in den von der ersten *A* eingenommenen Raum dringen will, widerstehen können; (74) so muss zu diesen Können eine Ursache vorhanden seyn. Wir können uns aber hiezu keine andre Ursache denken, als weil der Raum, den *A* einnimmt, sammt der Materie *A* sich sogleich fortbewegt, als die auf sie eindringende Materie *B* ihr nachrückt. Die Ursache aber die diese Wirkung des Fortrückens von *A* hervorbringt, oder vielmehr, das Vermögen zu fliehen, sobald etwas uns verfolgt, heisst eine Kraft. Folglich erfüllt die Materie ihren Raum durch die ihr eigenthümliche Kraft, sich fort bewegen zu können, sobald sich eine andere Materie ihr nähert, die in ihren Raum eindringen will.

II.

83. Wir gehen weiter. Zwischen den Oertern zweyer Materien läst sich eine gerade Linie denken, die durch die Bewegung der Materien gegen einander verkleinert, durch ihre Bewegung aber von einander vergrösert wird. (66)

84. Die Ursache, wodurch eine Materie verhindert, dass die Linie, die sich zwischen ihrem Orte, und dem einer andern Materie befindet, nicht vergrösert wird, heisst **Anziehungskraft**.

85. Die Ursache, wodurch eine Materie

verhindert, daſs die gedachte Linie (83) nicht verkleinert wird, heiſst **Zurückstoſsungskraft.**

86. Ohne geſagt zu werden, folgt es von ſelbſt, daſs eben die Urſache (84) welche die Vergröſserung, oder (85) die Verkleinerung des Abſtandes beyder Materien verhindert, auch wenn ſie ſtärker wirkt, im erſten Falle die Verkleinerung, und im zweyten die Vergröſserung des Abſtandes befördern werde; oder, die Materien werden ſich dadurch im erſten Falle einander nähern, im zweyten von einander entfernen.

87. Daſs nun die Materie, in ſo fern ſie einen Raum erfüllt, eine zurückſtoſsende Kraft (85) beſitzen müſſe, wird aus folgender Betrachtung von ſelbſt erhellen.

88. Die Urſache nähmlich, weshalb die Materie *A* ihren Raum erfüllt, und dennoch nicht zugibt, daſs eine andere Materie *B* in ihren Raum dringe, kann entweder in *A* oder in *B*, liegen. Im erſten Falle muſs *A* das Vermögen beſitzen, die auf ſie eindringende Materie *B* von ſich in einer beſtimmten Entfernung zu halten, muſs alſo im Stande ſeyn, dem Streben zu widerſtehen, das *B* durch ihre Bewegung äuſſert, die Linie zwiſchen *A* und *B* nähmlich zu verkleinern. Ein Vermögen aber einer Bewegung überhaupt zu widerſtehen, heiſst Kraft, und ins beſondere, wenn die

Kraft angewandt wird, zu verhindern, dafs die Linie zwifchen den Oertern zweyer Körper nicht verkleinert werde, Zurückftofsungskraft. (85) Folglich befitzt die Materie *A*, und fo jede Materie, Zurückftofsungskraft. Aber auch wenn die Urfache, dafs *A* ihren Raum erfüllt, in der Materie *B* liegt, hat der Satz feine Richtigkeit. Denn in diefem Falle mufs *B* Schuld feyn, dafs *A*, bey der Annäherung von *B*, fo weit fliehet, als *B* nachrückt. *B* mufs alfo das Vermögen befitzen, *A* vor fich fliehen zu machen. Eben fo erfüllt *B* felbft ihren Raum, und wenn *A* auf fie eindringen will, mufs auch *A* das Vermögen befitzen, *B* vor fich fliehen zu machen. *A* alfo fowohl wie *B* befitzen eine Kraft, die es verhindert, dafs die Abftandslinie ihrer Oerter nicht verkleinert werde. Folglich befitzen fie, und mit ihnen alle Materie, Zurückftofsungskraft. (85)

89. Daraus folgt nun unmittelbar, dafs die jeder Materie eigenthümliche Zurückftofsungskraft (87) einen beftimmten Grad habe, der gröfser und kleiner gedacht werden kann.

90. Was das erfte betrifft; fo fieht man wohl ein, dafs, wenn die Zurückftofsungskraft in irgend einer Materie keinen Grad hätte, alfo = o wäre, diefe Materie nicht verhindern könnte, dafs eine andere Materie in ihren Raum eindränge: fie felbft würde da-

her keinen Raum erfüllen, keine Materie ſeyn. (76.)

91. Es muſs aber der Grad der Zurückſtoſsungskraft nicht zwiſchen gewiſſen Grenzen eingeſchloſſen ſeyn, ſondern die Kraft muſs, wie jede Kraft überhaupt, gröſser und kleiner gedacht werden können; d. h. es muſs Materie geben, deren zurückſtoſsende Kraft gröſser, und wieder andere, bey der ſie kleiner als jede angebliche Gröſse iſt.

92. Wäre dieſes nicht der Fall; ſo müſste einer von folgenden drey Fällen denkbar ſeyn. Entweder alle Materie beſitzt einen gleich groſsen Grad von Zurückſtoſsungskraft; oder es gibt über einem gewiſſen Grade *G* keinen gröſsern, oder endlich unter einem gewiſſen Grade *K* keinen kleinern.

93. Daſs nun nicht alle Materie den nähmlichen Grad der Zurückſtoſsungskraft haben könne, erhellet ſchon daraus, weil in dieſem Falle gar keine Bewegung entſtehen würde: die Materie *A* wirkte auf die Materie *B* eben ſo ſtark zurück, als dieſe auf *A* wirkt. Nun aber kann die Materie nur durch Bewegung Gegenſtand der Erfahrung werden. (19) Folglich muſs in dem Grade der Zurückſtoſsungskraft mehrerer Materien ein Unterſchied obwalten.

94. Gäbe es nun über dem Grade *G* (92) der Materie *A* z. B. keinen gröſsern Grad; ſo

würde *A* durch ihre Kraft zwar jede Materie bewegen, aber selbst durch nichts bewegt werden können: d. h. *A* wäre etwas Unbewegliches im Raume, und daher (24) keine Materie. Folglich muss jeder Grad der Zurückstossungskraft grösser gedacht werden können.

95. Gäbe es endlich unter Grade *K* (92) der Materie *B* z. B. keinen kleinern Grad; so würde die Materie *B* von jeder Materie zwar bewegt werden, aber keine andere Materie, auf die sie in ihrer Bewegung stösst, forttreiben können. Sie würde sich also, da sie überall mit Materie umgeben ist, (S. unten 147) nicht bewegen, wäre daher etwas Unbewegliches im Raume, und folglich (24) keine Materie.

III.

96. Bisher haben wir, der leichten Verständlichkeit wegen, die Zurückstossungskraft der Materie nur nach Einer Richtung angenommen: wir haben die Materie *A* auf *B*, *B* auf *C* u. s. w. eindringen, und eine von der andern durch diese Kraft abhalten lassen. Es ist aber gar kein Grund vorhanden, warum das Eindringen der Materie, dem eine Materie *A* zu widerstehen hat, nur nach einer Seite, und nicht nach allen Seiten geschehen soll. Folglich müssen wir annehmen, dass die Ma-

terie **Zurückstoſsungskraft nach allen Seiten** beſitze.

97. Durch dieſe Zurückſtoſsungskraft nach allen Seiten verhindert die Materie *A*, daſs andere auf ſie eindringende Materie ihren Raum nicht einehme, oder, welches eben ſo viel ſagt, ihre Figur nicht ändere. Dieſe Eigenſchaft der Körper nennt man aber **Elasticität**. Folglich muſs alle Materie **ursprünglich elastisch** ſeyn.

Sechste Vorlesung.

(Undurchdringlichkeit.)

I.

98. Durch die Elaſticität (97) widerſteht die Materie einer Kraft, die ihre Figur verändern, oder, welches einerley iſt, ſie von Einer Seite zuſammendrücken will. Wenn daher die Kraft von allen Seiten gröſser iſt, als ſie zu widerſtehen vermag, wird ſie wirklich von allen Seiten zuſammengedrückt, oder ihr Raum verkleinert. Nun gibt es für jeden Grad von zurückſtoſsender Kraft der Materie einen gröſsern. (94) Folglich wird für jede Materie eine Kraft ſich denken laſſen, die ſie zuſammendrücken, oder ihren Raum verkleinern kann.

99. Es drückt nähmlich eine Materie die andere zusammen, wenn die erste den Raum der zweyten verkleinert; sie durchdringt sie aber mechanisch, wenn sie, ohne die Natur der ersten zu verändern, den Raum derselben gänzlich aufhebt, oder = o macht.

100. Wenn man den Hahn einer Luftpumpe verschliesst, und den Stempel herunter windet, wird die Luft zwischen ihm und dem Boden des Stiefels, die nun keinen Ausgang findet, in einen engern Raum gebracht, zusammengedrückt. Hiebey berührt der Stempel den Boden nicht völlig. Könnte er ihn aber, bey aller Anwesenheit der Luft, völlig berühren, so würde der Raum der Luft ganz aufgehoben, gleich Null seyn. In diesem Falle würde die Materie des Stempels und die des Bodens, die der Luft nicht verändert, aber mechanisch durchdrungen haben.

101. Die zurückstossende Kraft der Materie verhindert von allen Seiten, dass die auf sie eindringende Materie ihren Raum nicht verkleinere. (85.97) Eben die Kraft aber, die das verhindern kann, würde, wenn sie weder von aussen noch von innen etwas zu überwinden hätte, d. h. wenn keine Materie von aussen, noch keine Kraft im Innern der Materie sie vermindern sollte, die Materie ins unendliche nach allen Seiten ausdehnen. Folglich

ist die Zurückstossungskraft zugleich eine Ausdehnungskraft.

102. Daraus folgt nun unmittelbar der Satz, dass es keine leeren Zwischenräume zwischen den Körpern gibt. Denn ein leerer Raum heisst ein solcher, der keine Ursache enthält, die wirklich bewegte Materie zu dem Zustande der blossen Beweglichkeit zurückzuführen. (73) Nun aber besitzt die Materie eine Ausdehnungskraft nach allen Seiten. (101). Dadurch ist sie nach allen Seiten in wirklicher Bewegung, und wird sich in die als leer angenommenen Räume ohne Hinderniss bewegen, daher sie erfüllen. Folglich kann es keine leeren Räume geben.

103. Demunerachtet kann die Materie ins unendliche zusammengedrückt werden. (100) Denn da jede Materie *A* durch eine Kraft *B* zusammengedrückt werden kann, (98) so wird eine Kraft *C* grösser als *B*, die Materie *A* noch mehr zusammendrücken. Nun kann zu jeder Kraft *B* eine grössere *C* ins unendliche gefunden werden. (94) Folglich kann auch die Materie *A* ins unendliche zusammengedrückt werden.

104. Ohne also bey der Zusammendrükkung der Materie zu den leeren Räumen unsere Zuflucht zu nehmen, die, wie wir (102) gezeigt haben, auf einen Widerspruch führen, ist die Zusammendrückung der Materie bloss

auf

auf die Ausdehnungskraft selbst gegründet: jede Materie nähmlich mit der Ausdehnungskraft *A*, kann durch eine Materie, welche die Kraft *B* besitzt, zusammengedrückt werden.

II.

105. Weil nun die Materie ins unendliche zusammengedrückt werden kann; (103) so folgt, dass keine noch so grosse Kraft im Stande sey, die Materie mechanisch zu durchdringen. (100) Denn da zu jeder Kraft, welche die Materie *A* zusammendrückt, eine grössere gefunden werden kann, die sie noch mehr zusammendrückt, so heisst das mit andern Worten so viel, als der Raum den *A* einnimmt, kann immer kleiner gedacht werden; und je kleiner er werden soll, desto grösser muss auch die Kraft seyn, die das bewirkt. So bald aber irgend eine Kraft *P* die Materie *A* durchdringt, muss der Raum, den *B* einnimmt = o seyn; (100) d.h. er kann nun nicht mehr kleiner gedacht werden, und es gibt auch alsdann keine grössere Kraft als *P*, welche die Materie *A* in einen kleinern Raum zu zwingen vermag. Diess widerspricht aber dem Satze, dass zu jeder Kraft, und daher auch zu P, eine grössere gefunden werden könne. (95)

106. Diess nun, dass die Materie, obgleich an und für sich zusammendrückbar,

dennoch von keiner Kraft mechanisch durchdrungen werden könne, macht die dritte Eigenschaft der Materie, ihre Undurchdringlichkeit aus.

III.

107. Wir sind nun im Stande auch folgenden Satz zu behaupten. Die Ausdehnungskraft der Materie (101) steht im geraden Verhältnisse mit der Kraft, die die Materie zusammendrückt, und im umgekehrten Verhältnisse mit dem Raume, in den sie zusammengedrückt worden: je grösser die zusammendrückende Kraft, desto grösser die Ausdehnungskraft; und je kleiner der Raum, desto grösser die Ausdehnungskraft.

108. Was das zweyte betrifft; so kann man sich sehr leicht davon überzeugen. Denn da jede Materie *A* von irgend einer Materie *B* zusammengedrückt, (103) aber nicht durchdrungen werden (105) kann; so folgt, dass der Raum den die Materie *A* vor der Zusammendrückung einnahm, grösser war, als nach derselben, dass er aber auch dann noch nicht gleich Null geworden sey. So lange also die Materie *A* den grössern Raum erfüllte, konnte ihre Ausdehnungskraft der sie zusammendrükkenden Kraft der Materie *B* nicht widerstehen, und nicht eher ihr Einhalt thun, als bis sie selbst in den kleinern, durch die Zusammen-

drückung erhaltenen Raum gebracht wurde. Nun ſie das iſt, widerſteht ſie der Kraft *B*. Je gröſser aber *B* iſt, deſto kleiner wird der Raum von *A*. Daher widerſteht die in einen kleinern Raum zuſammengedrückte Materie einer gröſsern Kraft. Folglich ſteht die Ausdehnungskraft der Materie im umgekehrten Verhältniſs des Raumes, den die Materie einnimmt.

109. In Anſehung des erſten Punctes (107) iſt der Beweis ebenfalls einleuchtend. Denn da die Materie durch keine Kraft mechaniſch durchdrungen werden kann (105); ſo wird die Materie *A* von einer gröſsern Kraft in einen kleinern, von einer kleinern Kraft in einen gröſsern Raum zuſammengedrückt. Nun aber ſteht ihre Ansdehnungskraft im umgekehrten Verhältniſs mit dem Raume, den die Materie erfüllt. (108) Folglich im geraden Verhältniſſe mit der Kraft, die ſie zuſammendrückt.

IV.

(Verſchiedenheit dieſes Syſtems von den bisherigen.)

110. Nach unſerm Syſtem alſo, ſieht man, ertheilt man der Materie Ausdehnungskraft, die von einer ähnlichen aber gröſsern Kraft überwältigt werden kann. Durch dieſe Ue-

berwältigung wird die Materie selbst zusammengedrückt, und der von ihr erfüllte Raum verkleinert. Da er aber, wie wir (105) erwiesen haben, sich nicht bis auf Null verkleinern läſst; so macht diese Eigenschaft die Undurchdringlichkeit der Materie aus

111. In der gewöhnlichen, bisher angenommenen Meinung hingegen, wird der Materie keine Ausdehnungskraft verliehen: keine Materie sucht sich auszudehnen, oder einen gröſsern Raum zu erfüllen, als den sie ein für allemal eingenommen hat. Daher kann auch keine Materie durch die andere zusammengedrückt werden. Erfüllte demnach jede Materie ihren Raum vollkommen, gäbe es gar keine leeren Zwischenräume; so wäre auch keine Gewalt in der Welt im Stande, eine Materie in einen engern Raum zusammen zu drücken. Denn die Materie selbst ist nicht zusammendrückbar, und leere Räume, wohin sie, der auf sie angewandten Gewalt weichend, flüchten sollte, gibt es auch nicht. Folglich könnte sie gar nicht zusammengedrückt werden. Da nun dieſs aber der Erfahrung widerspricht; so hat der Anhänger dieses Systems keinen andern Ausweg, als das Daseyn der leeren Zwischenräume zuzugeben.

112. In diesem Systeme, nach welchem der Materie keine ursprüngliche Ausdehnungskraft beygelegt wird, enthält der Satz von

den leeren Räumen keinen Widerſpruch. Der von uns (102) dagegen geführte Beweis, gründet ſich nur auf die Vorausſetzung, daſs die Materie urſprüngliche Ausdehnungskraft beſitze: eine Sache, die der Gegner nicht zugibt.

113. Noch ein weſentlicher Unterſchied zwiſchen beyden Syſtemen, macht folgender Umſtand aus. Wie wir uns die Sache vorſtellen, iſt die Materie an und für ſich zuſammendrückbar bis auf einen gewiſſen Grad; und ihre Undurchdringlichkeit beſteht bloſs darinn, daſs dieſer Grad nicht = o ſeyn kann. Alſo wenn der Raum, den die Materie A einnimmt R heiſst, kann R ins unendliche abnehmen, doch nie = o werden. Daraus folgte dann, daſs die Ausdehnungskraft der Materie im umgekehrten Verhältniſſe der von ihr erfüllten Räume ſtehe. (108). Wenn demnach eine Materie A erſt in den Raum R und dann in den Raum S kleiner als R zuſammengedrückt wird; ſo wird nun die Kraft, die A noch ferner zuſammendrücken wollte, gröſser als vorher ſeyn müſſen.

114. Hingegen nach dem andern Syſteme iſt die Materie an und für nicht zuſammendrückbar; daher auch gar nicht durchdringlich. Nur dann wird ſie zuſammengedrückt werden können, wenn ſie leere Zwiſchenräume enthält, und um deſto mehr, je mehr ſie

deren enthält; hat aber, nach der Zusammendrückung in einen kleinern Raum, eben so wenig Ausdehnungskraft, als vor derselben.

115. Wenn es also nach diesem Systeme, das wir das mathematische nennen wollen, einen Körper gibt, der gar keine Zwischenräume enthält; so würde der Raum dieses Körpers durch keine Kraft in der Welt verkleinert werden können. (111) Das nähmliche gilt auch von jedem einzelnen Theilchen der Materie; denn auch es kann nicht zusammengedrückt, und nur dann durch eine Kraft gezwungen werden, sich andern materiellen Theilchen zu nähern, wenn Zwischenräume vorhanden sind, in die es zurückweichen kann.

116. Demnach gründet sich in diesem Systeme die Undurchdringlichkeit der Materie auf die absolute Unmöglichheit sie zusammenzudrücken; und man kann daher sagen, dass nach diesem Systeme die Materie ihren Raum mit absoluter Undurchdringlichkeit erfülle.

117. Nach unserm Systeme, das der Materie ursprüngliche Ausdehnungskraft beylegt, und deshalb das Dynamische heisst, fällt der Begriff von den leeren Zwischenräumen weg. (102) Die Materie kann daher an und für sich zusammengedrückt, aber dennoch nicht durchdrungen werden, weil keine Kraft gross genug ist, diess zu leisten. (105)

Daher ist es nur eine relative Undurchdringlichkeit, mit der die Materie ihren Raum erfüllt: sie hat stets Bezug auf die Kraft, die die Materie zusammendrücken soll.

118. Der Anhänger des mathematischen Systems (115) muss bey der Undurchdringlichkeit der Materie, als bey einer Eigenschaft stehen bleiben, von der er sich keinen weitern Grund anzugeben vermag. Fragt man aber den Anhänger des dynamischen Systems, (117) warum die Materie undurchdringlich sey? so antwortet er, weil sie ursprünglich eine ausdehnende Kraft besitzt, die mit der Zusammendrückung zunimmt, und die daher jede noch so grosse, aber immer endliche Kraft verhindert, den Raum der Materie bis aus Nichts zurückzuführen.

119. Schon dieser Vortheil, dass man hier einen Schritt weiter in der Erklärung der Eigenschaften der Materie gehen kann, gibt dem dynamischen Systeme (117) einen Vorzug vor dem mathematischen. (115) Unser ganzes Forschen über Gegenstände der Natur hat keine andere Absicht, als den Schleier der Isis, wenn auch um einen Faden breit, weiter aufzuheben.

120. Aber ausser diesem liegt in dem Begriffe der absoluten Undurchdringlichkeit (116) etwas, dass alle menschliche Fassungskraft übersteigt. Hier behauptet man, die Materie

könne an und für ſich, durch keine noch ſo groſse Kraft, durchdrungen werden; dieſs heiſst aber ſo viel, als: die Kraft der Materie iſt wahr unendlich groſs. Nun bindet ſich aher der Begriff von einer Gröſse, in dem menſchlichen Gemüthe, ſtets an einen Zahlenbegriff: wir drücken jede Gröſse durch eine Zahl aus. Dieſe beſteht aus Einheiten, deren immer mehrere zuſammengedacht werden können. Was alſo wahr unendlich groſs, was eine unendlich groſse Kraft ſey, das ſind Dinge, wovon wir einen Begriff ohne Anſchauung haben, und von denen man, in Erklärung der Natur, keinen andern als negativen Gebrauch machen darf. Man kann ſagen: hier oder dort findet ein unendlicher Fortſchritt Statt, weil man gerade dadurch andeutet, daſs man dabey nie zu Ende kommt, und die Eigenſchaft, von der die Rede iſt, immer gröſser gedacht werden könne. In der Meinung der abſoluten Undurchdringlichkeit aber müſste man das Wort unendlich in poſitiver Bedeutung nehmen, und behaupten, die Kraſt der Materie leide keinen Fortſchritt, ſey eine wirklich unendliche Gröſse.

Siebente Vorlesung.

(Theilbarkeit.)

I.

121. Ehe wir weiter gehen, wollen wir, theils um den Sinn des Vorigen mehr aufzuhellen, theils um das Folgende vorzubereiten, den Satz erweisen: in der Erscheinung physischer Körper, d. h. wie sie uns gegeben sind, und Gegenstände möglicher Erfahrung werden, sind uns die Theile in dem Ganzen, nicht das Ganze durch die Theile gegeben.

122. Was man mit diesem Unterschiede sagen wolle, wird folgendes Beyspiel zeigen. Jede Zahl kann auf zweyerley Art betrachtet werden: entweder als Vielfaches einer gegebnen Einheit; oder selbst als Einheit, von der dann die erst gedachten Einheiten Brüche sind. So kann ich mir die Zahl 8 entweder als ein Achtfaches von Eins vorstellen; oder selbst als Einheit, von der dann die Zahl Eins, der achte Theil, ein Achtel ist. Welche von beyden Vorstellungsarten in jedem besondern Falle die wahre sey, wird dadurch bestimmt, dass man untersucht, was uns zuerst gegeben ist. Sind mir die Einheiten zuerst gegeben, und setze ich aus ihnen die Zahl zusammen; so ist sie ein Vielfaches der Einheit. Findet sich aber das Ganze schon gegeben vor mir;

so mufs ich es selbst als Einheit betrachten, und das, woraus ich mir es zusammengesetzt vorstelle, als dessen Brüche betrachten. Im ersten Falle ist uns das Ganze durch die Theile, im zweyten sind uns die Theile im Ganzen gegeben.

123. Nun zum Beweise. Was uns in der Erfahrung gegeben werden kann, nimmt einen Raum ein, hat daher eine Extension, die an und für sich der Einheit entspricht. Wenn wir also die Theile dieser Einheit suchen, beziehen wir sie auf diese Einheit, und betrachten sie als deren Brüche. Daher sind uns in der Erscheinung physischer Körper die Theile in dem Ganzen, nicht dieses durch jene gegeben; denn dazu müsten wir die Theile eher kennen, ehe uns das Ganze als Einheit gegeben worden.

124. Wenn wir auf das Genetische, auf die Art und Weise selbst sehen, wie die Vernunft allein das Entstehen der Dinge an sich begreiflich findet; so müssen wir uns freylich vorstellen, dafs die Theile vor dem Ganzen existirt haben, und dieses erst durch die Theile hervorgegangen sey. Allein wie uns die Dinge gegeben, wie sie Gegenstände unserer Erfahrung sind, ist es nicht hinreichend, blofs durch die Vernunft ihr Entstehen zu begreifen; sondern zu erkennen, wie sie Eindrücke auf unsere Sinne machen, wie wir sie

anſchauen. Da iſt es dann unbezweifelt, daſs unſere Sinne jedes Ding als Einheit wahrnehmen, aus der die Theile geſucht werden müſſen.

125. Der Unterſchied in beyden Vorſtellungsarten iſt einleuchtend. Wird uns das Ganze durch die Theile gegeben; ſo iſt jedes Ganze ein Vielfaches ſeiner Theile, (122) und es entſpricht einer Zahl. Nun aber iſt jede Zahl endlich. Folglich muſs auch das aus Theilen zuſammengeſetzte Ganze, aus einer endlichen Menge von Theilen beſtehen. Werden uns aber die Theile in dem Ganzen gegeben; ſo werden die Theile erſt geſucht: das Ganze entſpricht der Einheit, und jeder Theil einem Bruche. Nun aber kann jeder Bruch kleiner gedacht werden. Folglich ſo viel Theile wir uns auch immer in dem Ganzen denken mögen, ſo wenig ſind wir doch auf den kleinſten Bruch gekommen; daher können wir uns in jedem Ganzen eine unendliche Menge von Theilen denken.

126. Man ſieht, daſs hier der Begriff unendlich, wie oben (120) erwähnt worden, nur in negativer Bedeutung genommen wird: wir kommen mit dem Denken der Theile, die in dem Ganzen enthalten ſeyn mögen, nie zu Ende. Die poſitive Bedeutung des Wortes unendlich wäre, wenn wir das vollendete Ganze aus den Theilen entſtehen lieſsen, und

doch behaupteten, daſs das Ganze aus unendlich vielen Theilen beſtehe. Denn da müſste wirklich eine unendliche Menge zuſammen genommen worden ſeyn, um das Ganze, das doch nun da iſt, entſtehen zu laſſen.

II.

127. Nachdem wir nun dieſes vorausgeſchickt, und gezeigt haben, daſs es auf keinen Widerſpruch führt, wenn man den Satz behauptet: jedes Ganze, als Einheit betrachtet, enthält eine unendliche Menge Theile, wollen wir weiter gehen.

128. Von der Subſtanz haben wir keinen andern Begriff, als daſs ſie das Beharrliche in der Erſcheinung ſey, an dem zwar alle Veränderungen vorgehen, das aber ſelbſt ſich nicht verändert.

129. Gäbe es einen vollkommen abſoluten Raum (27) für uns; ſo würde in ihm jede Veränderung vorgehen, er ſelbſt aber unverändert bleiben; er wäre auch dann eine, und zwar die einzige Subſtanz, die mit den äuſſeren Sinnen angeſchauet werden könnte.

130. Allein die Vorſtellung eines vollkommen abſoluten Raumes iſt nur ein logiſcher Begriff, ohne Exiſtenz für uns, (28) und nur das Bewegliche im Raume, die Materie nähmlich, (24) kann Gegenſtand unſerer Erfahrung werden. Folglich iſt der Raum, da er bloſs

relativ und veränderlich ist, an und für sich keine Substanz.

131. Hingegen gehen mit der Materie, durch die Beweglichkeit im Raume die sie hat, alle Veränderungen vor, sie selbst verändert sich aber nicht. Daher wird jede Materie, als das Bewegliche im Raume, und mithin der materielle Raum selbst, (26) eine Substanz seyn. (128)

132. Trennung einer Materie, als Substanz, von der andern, ist vorgegangen, wenn die Veränderungen, die die eine durch Bewegung erleidet, nicht nothwendig auf die andere einfliessen.

133. Wird eine einzige materielle Substanz (131) in mehrere materielle Substanzen getrennt; (132) so wird sie dadurch physisch getheilt: so dass physische Theilung die Trennung einer Substanz in mehrere ist.

134. Dass der Raum ins unendliche theilbar, oder mit andern Worten, dass jeder Theil des Raumes wieder ein Raum, und kein Punct sey, dieses erhellet aus dem Begriff des Raumes selbst. Denn jeder Raum entspricht, so wie er uns gegeben wird, einer Einheit, jeder Theil desselben einem Bruche. Nun aber kommt man bey der Verkleinerung der Brüche, durch Vergrösserung des Nenners, nie auf Null, oder welches eben so viel heisst; diese Verkleinerung geht ins unendliche fort. Folglich auch so die Theilung des Raumes.

155. Wären leere Räume möglich; so wäre mit der unendlichen Theilbarkeit des Raumes noch bey weitem die der Materie nicht erwiesen. Denn es bliebe die Frage zu beantworten: ob der erfüllte Raum eben ein solches Continuum, als der Raum an und für sich sey. Ja, der Anhänger des mathematischen Systems, (115) der bündig verfahren will, muss sogar die Stetigkeit der Materie, als des erfüllten Raumes, läugnen. Denn nach ihm ist die Materie absolut undurchdringlich. (116) Die Trennung des Theiles von dem Ganzen kann daher auch nicht dadurch vor sich gehen, dass sich von der Materie selbst, die in der Theilungslinie liegende Materie in sich selbst zurück zieht; dazu müsste sie zusammendrückbar seyn. Die Trennung ist daher nur durch die von Materie entblössten Zwischenräume möglich: durch sie, nicht durch die Materie selbst dringt die trennende Kraft. Folglich sind sich zwey Theilchen der Materie die nächsten; oder mit andern Worten, es gibt in jedem mit Materie erfüllten Raum, Theile, die nicht Materie sind. Nun aber macht eine Grösse, worinn zwey Theile die nächsten sind, keine stetige Grösse aus, und der Beweis, der von der unendlichen Theilbarkeit des Raumes, als von einer stetigen Grösse (154) geführt worden, passt gar nicht auf die Theilbarkeit der Materie. Dieser ganze

Beweis beruht darauf, daſs ſowohl im Raume, als in der Zahleneinheit, durch die man ſeine Gröſse darſtellt, kein Theil gedacht werden kann, der hier nicht Zahlenbruch, dort nicht Raum wäre. Sollte nun dieſer Beweis auch für die unendliche Theilbarkeit der Materie, als des erfüllten Raumes gelten; ſo müſste man erſt beweiſen, daſs auch in ihm kein Theil angetroffen werde, der nicht Materie iſt: welches aber der Anhänger des mathematiſchen Syſtems läugnet.

III.

136. Ueberhaupt hat dieſes Syſtem, in Anſehung des Satzes von der Theilbarkeit der Materie, nur einen von folgenden zwey Wegen offen, die ihn aber beyde auf einen Widerſpruch führen. Entweder er behauptet die unendliche Theilbarkeit der Materie, oder er läugnet ſie. Soll ſie behauptet, und der Frage (135) ausgewichen werden; ſo muſs man, damit jedes Theilchen noch ferner theilbar ſey, eine unendliche Menge von Zwiſchenräumen in dem kleinſten Theilchen der Materie zugeben. Allein das hieſse die Materie aus Zwiſchenräumen, etwas aus einem Vielfachen von Nichts zuſammenſetzen.

137. Gibt man aber die unendliche Theilbarkeit der Materie auf, und behauptet, wie das der Monadist wirklich thut, daſs man

endlich auf Theilchen der Materie komme, die nicht abermahls theilbar sind, auf einfache Theile also; so weicht man dadurch zwar der Schwierigkeit (136) aus, aber man verfällt in eine andere, wo nicht grössere. Denn diese einfachen Theilchen müssen entweder einen Raum erfüllen, oder nicht. Erfüllen sie keinen Raum; so wird auch von der grössten Menge derselben kein Raum erfüllt, und der Körper, als aus ihnen zusammengesetzt, kein Gegenstand unserer Erfahrung werden können. Erfüllen sie aber einen Raum; so entsteht die Frage, wie erfüllen sie ihn. Sollte diess mathematisch geschehen, sollten sie so gross seyn, als der Raum, den sie einnehmen; so hätten sie eine endliche Ausdehnung, und es liesse sich von ihnen nicht begreifen, warum man in der Theilbarkeit bey ihnen stehen bleiben muss, warum man sie nicht kleiner denken kann.

138. Darauf antwortet man nun: eben weil wir die Theilbarkeit überhaupt nur durch das Daseyn der Zwischenräume möglich finden, bleiben die einfachen Theilchen, bey all ihrer endlichen Grösse, doch physisch untheilbar; denn sie haben keine Zwischenräume mehr. Wir nennen sie einfach, weil die zusammengesetzten Körper aus ihnen, als aus ihren Elementen bestehen. Aber da sie doch einen Raum erfüllen; so bleibt es uns unbenom-

nommen sie ins unendliche kleiner zu den-ken, obgleich es nie möglich seyn wird, sie kleiner zu machen.

139. Da man hier die logische Theilbarkeit ins unendliche einräumt, und nur die physische läugnet; so fragt man abermahls: worauf gründet ihr die Möglichkeit der Theilung der Materie überhaupt? Doch nur auf das Daseyn der leeren Zwischenräume. Wenn daher ein Theilchen deren keine enthält, so ist es dadurch nicht nur physisch, sondern logisch untheilbar: seine fernere Theilbarkeit führt auf einen Widerspruch. Und doch sehet ihr gar wohl ein, dafs eine Gröfse, die einen endlichen Raum einnimmt, kleiner wenigstens gedacht werden kann. Ihr müfst also zugeben, dafs hier etwas gedacht wird, das den Gesetzen des Denkens, dem Satze des Widerspruches entgegen ist.

140. Nun schlägt man einen neuen Weg ein, und anstatt zu behaupten, dafs die einfachen Theilchen der Materie ihren Raum mathematisch erfüllen, nimmt man an, dafs sie es mit einer repulsiven Kraft thun. Diese Behauptung mufs näher beleuchtet werden.

141. Sobald man nähmlich den Monadisten so weit gebracht hat, dafs er die einfachen Theilchen der Materie keinen Raum einnehmen lassen kann, mufs das einfache

materielle Theilchen einem mathematischen Puncte gleichen. Nun aber machen unendlich viele mathematische Puncte keinen mathematischen Körper aus. Folglich könnte eine unendliche Menge Monaden auch keinen physischen Körper erzeugen.

142. Daher sieht sich der Monadist gezwungen, jeder Monas im Raume eine eigne Sphäre von repulsiver Kraft beyzulegen, mit der sie einen Raum dynamisch erfüllt. Er stellt sich nähmlich die Sache auf folgende Weise vor. Jede Monas, an Grösse einem mathematischen Puncte gleich, ist mit einer ausströmenden Kraft nach allen Seiten begabt. Diese bildet um die Monade selbst eine leere Kugel, innerhalb welcher keine Materie ist, noch seyn kann. Denn sie, die Monas selbst, kann ihren Mittelpunct nicht verlassen, und sich nach der Peripherie begeben, da kein Grund vorhanden ist, warum sie diesem Puncte der Peripherie vielmehr als einem andern zuströmen sollte. Sie muss also in Ruhe bleiben. Aber auch nichts was ausserhalb der Peripherie ihrer Spähre liegt, kann sich dem Mittelpuncte nähern, in der die Monas ruht; denn es wird durch die repulsive Kraft derselben daran verhindert. Dieser Raum nun, den die repulsive Kraft um die Monas bildet, macht den leeren Zwischenraum zwischen einer Monade und der andern aus, und in ihm ist keine Materie.

143. Iſt das die Meinung des Monadiſten; ſo zeugt er eben dadurch, daſs ſeine Lehre von den letzten Theilchen der Materie unſtatthaft ſey. Denn die repulſive Sphäre, die die Monas um ſich bildet, habe einen Zoll im Halbmeſſer. Nun aber muſs der Punct im Raume, der acht Linien vom Mittelpuncte abſteht, die Kraft beſitzen, die noch übrigen vier Linien auf allen Seiten um ſich her, frey vom Eindringen fremder Materie zu halten. Er beſitzt alſo ſelbſt eine Kraft, die ſich von der des Mittelpunctes nur durch die Gröſse unterſcheidet: dieſer hat, der Annahme zu Folge, die Kraft zwölf, da ein anderer Punct im Raume nur die Kraft vier hat. Nun aber heiſst doch jeder Punct im Raume, der eine, gleichviel wie groſse repulſive Kraft beſitzt, eine Monas. Folglich iſt ſelbſt der vermeinte leere Wirkungskreis der Monaden mit Monaden erfüllt; demnach gibt es keine leeren Räume, und, bey der abſoluten Undurchdringlichkeit der Materie, die der Monadiſt behauptet, wäre gar keine Theilung der Materie möglich. Welches der Erfahrung widerſpricht.

144. Wie wir uns aber die Sache vorſtellen; gibt es keine leeren Räume; (102) die Materie iſt aber dennoch theilbar, weil ſie ihren Raum nur mit relativer Undurchdringlichkeit erfüllt, (117) und daher von der thei-

lenden Kraft zusammengedrückt werden kann. Dem zu Folge macht der erfüllte Raum eben so gut eine stetige Grösse aus, als der Raum an sich; oder vielmehr, es gibt keinen Theil des Raumes, der nicht etwas Bewegliches enthielte, der nicht mit materieller Substanz erfüllt wäre. (131) Was also von der Theilung des Raumes gilt, (134) kann auch auf die der Materie angewandt werden. Auch sie hat eine Grösse, die sich durch eine Zahleneinheit darstellt. Durch Trennung dieser Einheit in mehrere gleichartige Theile, bekommen wir den Begriff von Zahlenbrüchen, die sich auf diese Einheit beziehen. Nun aber gibt es keinen Zahlenbruch, welcher der kleinste ist; folglich auch kein Theilchen der Materie, das das kleinste ist.

Achte Vorlesung.

(Anziehungskraft.)

I.

145. Ausdehnungskraft, (101) Theilbarkeit ins unendliche, (144) das sind Eigenschaften der Materie, die auf ihrer Grundeigenschaft, der Zurückstoßungskraft (85) beruhen. Allein in Ansehung der Erfüllung des Raumes, (77) die zwar, wie wir (87) gesehen,

nicht ohne zurückstoſsende Kraft möglich ist, bedarf es doch noch einer andern Grundeigenschaft der Materie, der Anziehungskraft. (84) Beyde Kräfte müssen verbunden seyn, ehe wir die Erfüllung des Raumes in einem bestimmten Grad denken können.

146. Um dieses nun zu zeigen, müssen wir einige Betrachtungen über das Vorige voranschicken. — Die Ausdehnungskraft der Materie steht im umgekehrten Verhältniſs des Raumes, den sie erfüllt. (108) Jede Kraft aber, die sich nach diesem Verhältnisse richtet, muſs man sich als eine solche vorstellen, die aus einem Mittelpunct ausströmt, und ihre Wirkung um sich her in einer Kugelgestalt verbreitet. In der Voraussetzung nun, daſs die Ausdehnungskraft abnimmt, je gröſser der Halbmesser der gedachten Kugel ist, wird sie in dem Verhältnisse der Würfel der Halbmesser abnehmen, indem die Kugel, in die sie sich ausdehnt, nach den Lehrsätzen der Geometrie, in diesem Verhältniſs zum Halbmesser steht. Heiſst demnach der Halbmesser a; so die Ausdehnungskraft $= \frac{1}{a^3}$. Da aber dieser Bruch, bey jeder endlichen Gröſse von a nicht $= 0$ werden kann; so folgt, daſs die Ausdehnungskraft der Materie sich ins unendliche erstrecke, oder, da das, was sich ausdehnt, etwas Bewegliches im Raume, also

Materie ift, (24) dafs fich die Materie in einen unendlichen Raum ausdehnen könne.

147. Wir müffen noch einen Schritt thun. Diefe Vorftellungsart, vermöge der die Materie in einem Mittelpuncte gedacht wird, aus dem fie ihre Kraft nach allen Seiten verbreitet, ift, eigentlich zu reden, nur nach dem Syfteme der Monadiften, nicht nach unferm, im buchftäblichen Sinne zu nehmen. In jenem Syfteme macht jede Monas wirklich den Mittelpunct der Sphäre ihrer repulfiven Kraft aus, und diefe Sphäre, dem Eindringen fremder Monaden widerftehend, ift auch leer von Materie. Nach unferm Syfteme hingegen, nach welchem alles voll von Materie ift, hat das Ganze der Materie keinen eigentlichen Mittelpunct; er ift, eben weil jeder Punct im Raume zurückftofsende Kraft befitzt, überall, daher nirgends, oder vielmehr für jeden Menfchen nur ein einziger. Jeder Menfch bildet fich, von feinem Ich aus, eine mit Materie erfüllte Sphäre um fich herum, und macht fich zum Mittelpunct derfelben.

148. Dieses führt uns auf noch einen wefentlichen Unterfchied zwifchen beyden Syftemen. Könnte fich gleich die repulfive Kraft der Monade, an und für fich, wenn fie die einzige im Raume wäre, ins unendliche verbreiten; (146) fo wird fie doch, durch eine andere Monas, wenigftens in Einer Richtung,

daran verhindert. Denn auch diese Monas strebt ihre repulsive Kraft ins unendliche zu verbreiten, und da ein Halbmesser der zweyten Monade einem Halbmesser der ersten nothwendig begegnen muss, so werden beyde ihre Kräfte wechselseitig aufheben, oder doch auf einen endlichen Raum beschränken. Denn setzen wir, die Monade *A* ströme ihre repulsive Kraft nach allen Seiten aus;, so wird ein Strahl, ein Halbmesser dieser Kugel gerade von Osten nach Westen dringen. Eine andere, der Monade *A* zunächst liegende Monas *B* strömt ebenfalls ihre repulsive Kraft nach allen Seiten aus, und einer ihrer Strahlen liegt in der geraden Richtung von Westen nach Osten. Diese beyden Strahlen der Monaden *A* und *B* begegnen sich nun, thun daher einander Abbruch, und beschränken solcher Gestalt die repulsive Kraft der Monaden durch sich selbst. Nimmt nun der Monadist an, wie er das wirklich thut, dass jede Monas von allen Seiten mit Monaden umgeben ist; so beschränken sich ihre repulsiven Kräfte von allen Seiten durch die wechselseitige Einwirkung aller auf eine, und einer auf alle; und die repulsive Kraft, ursprünglich auf eine unendliche Ausdehnung berechnet, bleibt doch nur innerhalb endlicher Grenzen eingeschlossen.

149. In unserm Systeme hingegen, zu

Folge dessen es gar keinen bestimmten Mittelpunct gibt, von dem die Ausdehnungskraft der Materie ausströmt, sondern jeder Mensch ihn da annimmt, wo er seinem Ich eine Stelle im Raume vergönnt; (147) in ihm also, wo dieser erdichtete Mittelpunct gleichsam die einzige Monas ist, aus der die Ausdehnungskraft, nach allen Seiten ausströhmend, die Materie stets zu erweitern strebt; in diesem Systeme würde, durch die Ausdehnungskraft allein, die Materie sich wirklich nach allen Seiten verbreiten. Alles würde sich vom Mittelpuncte ins unendliche entfernen, die Materie einander fliehen: nichts würde Gegenstand der Erfahrung werden können.

150. Mit andern Worten heisst das so viel als: die Erfüllung des Raumes, die nur durch Zurückstossungskraft möglich ist, (77) bleibt durch sie allein dennoch unmöglich. Von jedem bestimmt gegebnen Körper, der Erde z. B. in deren Mittelpunct ich den Mittelpunct aller Materie setzen kann, (147) würden sich, durch die zurückstossende Kraft, die äusseren Theile losreissen, ihnen würden die zunächst liegenden folgen, und alle sich ins unendliche zerstreuen, ohne dem Körper eine gewisse bestimmte Haltbarkeit zu lassen.

II.

151. Lange noch bevor man in die Physik die Lehre von der zurückstoſsenden oder auch der repulſiven Kraft aufnahm, warf man die Frage auf: durch welches Mittel hängen die Theile der Körper zuſammen? Dieſe Frage hatte nur zum Gegenſtand: warum folgen die entfernten Theile, wenn die näheren fortgezogen werden? Die urälteſten Meinungen zur Beantwortung dieſer Frage ſind ſo ungereimt, daſs ihre Erwähnung ihre Widerlegung iſt. Vermittelſt kleiner Häckchen, oder einer kleberigen Materie. Aber wer oder was hält dieſe Häckchen und dieſe kleberige Materie zuſammen?

152. Jetzt aber, da wir noch überdieſs geſehen haben, daſs die Materie mit einer Ausdehnungskraft verſehen ſeyn muſs, wird die Frage um ſo ſtärker: was gibt den Körpern beſtimmte Haltbarkeit; oder, warum entfernen ſich die Theile derſelben nicht von ſelbſt von einander? Hier fragt man nicht bloſs: warum folgt ein Theil dem andern, der unmittelbar gezogen wird; ſondern: wie iſt die beſtimmte Form der Körper denkbar, da ſich alles, auch ohne äuſſere Gewalt, von ſelbſt ins unendliche ausdehnen muſs?

153. Man hat alſo kein anderes Mittel, um ſich die beſtimmte Form, oder ihre Erfüllung des Raumes mit einem gewiſſen Grad,

zu denken, als ihnen noch eine Grundeigenschaft in der ursprünglichen Anziehungskraft beyzulegen. Durch diese Kraft wird (84) die Linie, die sich zwischen zwey Puncten der Materie befindet, wenigstens nicht vergrösert. Wenn daher auch alles einander zu fliehen strebt; so folgt ihm auch alles, und bleibt in der nähmlichen Entfernung von einander. Da aber alles auf mein Ich, als auf den einzigen Mittelpunct der gesammten Materie bezogen werden muss; (147) so entfernt sich, vermöge dieser Anziehungskraft, nichts von ihm, und alles erhält, von dem Puncte im Raume wohin jeder sein Ich setzt, wenigstens keinen grösern Abstand.

154. Man muss aber den Begriff dieser Kraft nicht in dem eingeschränkten Sinne nehmen, der sich blos auf den Zusammenhang der einzelnen Körper bezieht. Nicht nur hängen durch sie die Theile des Holzes, des Eisens u. d. gl., sondern auch das ganze Universum hängt dadurch zusammen, und behält die bestimmte Form, die es hat. Die Erde und der Mond ziehen einander wechselseitig an, können die Linie ihres beyderseitigen Abstandes nur unter hier nicht hergehörige Umstände verändern. Denn wenn ich den Mittelpunct der Erde denke, so versetze ich mein Ich in diesen Mittelpunct, mache ihn zu dem der gesammten Materie, von dem sich, ver-

möge der Anziehungskraft, nichts entfernen kann.

III.

155. Wie man nun ſieht dient die Anziehungskraft dazu, daſs die Körper und alle äuſſeren Erſcheinungen überhaupt, die Ordnung auſſer meinem Ich behalten, die ſie einmahl haben. Hätten ſie aber, durch die Zurückſtoſsungskraft, ſich nicht aus meinem Ich, alſo auch auſſer einander ausgedehnt; ſo würden ſie durch die Anziehungskraft allein, nie auſſer einander und auſſer meinem Ich gekommen ſeyn. Denn die Anziehungskraft verhindert, daſs die Linie, die ſich zwiſchen dem Mittelpuncte zweyer Körper befindet, nicht vergröſsert werde. (84) Nun kann das nur verhindert werden, wenn die Materie, oder richtiger der Mittelpunct des Körpers, wohin ich mein Ich ſetze, das Beſtreben äuſſert, den Mittelpunct eines andern Körpers ſich näher zu bringen, oder die Linie ihres beyderſeitigen Abſtandes zu verkleinern. Wäre demnach dieſem Beſtreben nichts entgegen geſetzt; ſo würden ſich die äuſſeren Puncte der Körper ihrem Mittelpuncte, ein Mittelpunct dem andern, und alles ſich meinem Ich ins unendliche nähern, in ihm zuſammen ſchwinden. Der Körper, mit Anziehungskraft allein begabt, käme demnach nie aus meinem Ich heraus,

könnte nie Gegenſtand äuſſerer Sinne werden: ſie lägen alle, in einem mathematiſchen Punct zuſammengedrängt, in meinem Ich. Nur erſt dann, da ſie ſich durch die zurückſtoſsende Kraft wirklich im Raume bis zu einer beſtimmten endlichen Gröſse ausdehnten, trat die Anziehungskraft hinzu, und verhinderte die erſte den Raum der Körper noch ferner zu erweitern, und ſie meinem Ich gänzlich zu entziehen.

156. Es iſt nun leicht zu begreifen, daſs weder mit der zurückſtoſsenden, noch der ausdehnenden Kraft allein etwas ausgerichtet werden könne: in beyden Fällen würden die Körper nie Gegenſtände unſerer Erfahrung werden können. Denn durch die erſte allein müſsten ſie ſich von unſerm Ich ins unendliche entfernen, in der kleinſten Zeit einen unendlichen Raum, von uns weg, zurücklegen, und daher uns nie zu Geſichte kommen. Mit der zweyten allein müſsten ſie ſich ins unendliche unſerm Ich nähern, in der kleinſten Zeit einen unendlich groſsen Raum, gegen unſer Ich zu, machen, und ebenfalls nie auſſer uns erſcheinen.

157. Nur durch die Vereinigung beyder Kräfte, die ſich wechſelſeitig Abbruch thun, ſchwinden die Körper weder in uns hinein, noch verſchwinden ſie gänzlich von uns weg, ſondern werden Gegenſtände möglicher Erfahrung, Dinge auſſer uns.

IV.

158. Ob nun gleich, nach dieser Vorstellungsart, beyde Kräfte zusammengehen müssen, damit die Materie ausser uns erscheinen könne; so ist doch gerade in ihr etwas enthalten, woraus sich erklären läst, weshalb der menschliche Verstand die Anziehungskraft, im ausgebreitesten Sinne, (154) weit später als die Zurückstossungskraft, oder, welches eben so viel sagt, die Erfüllung des Raumes, für eine Grundeigenschaft der Materie erkannte. Ja, selbst jetzt noch zweifelt mancher an der Allgemeinheit dieses Satzes, zweifelt ob die Anziehungskraft eine nothwendige Eigenschaft aller Materie sey, und ob nicht vielleicht alle Wirkungen, die wir ihr beylegen, sich bloss aus der Zurückstossungskraft allein erklären lassen.

159. Der Grund hiezu ist wohl folgender. Die Materie erfüllt ihren Raum, ist Gegenstand äusserer Sinne, und ist also schon aus unserm Ich hervorgegangen: das sehen wir. Dazu aber bedarf sie der Zurückstossungskraft; und nur damit sie sich nicht ins unendliche von uns entferne, muss die Anziehungskraft hinzutreten, und die erste beschränken. Diese scheint demnach eine bloss beschränkende Kraft, und also später zu seyn, als die zurückstossende: es scheint gleichsam, als wenn diese erst hätte müssen ihre Wirkung

angefangen haben, ehe jene von einiger Brauchbarkeit ist. In der That verhält es sich freylich anders: beyde Kräfte müssen in dem nähmlichen Zeitmomente wirksam seyn. Allein durch die Zurückstossungskraft wird uns, wie es scheint, etwas Positives auf alle Fälle, die Körper nähmlich schon ausser uns gegeben. Hingegen drückt der Begriff der Anziehungskraft, dem Scheine nach, nur etwas Negatives, nur etwas aus, wodurch uns nichts, kein Körper ausser uns gegeben wird; und das ist nicht so leicht einzusehen.

Neunte Vorlesung.

(Fernere Betrachtung der Grundkräfte.)

I.

160. Da die Materie nur durch die beyden erwähnten (84. 85) Kräfte, und den Abbruch den sie sich einander thun, Gegenstand möglicher Erfahrung werden kann; (155) so müssen wir nun untersuchen, wie dieser Abbruch sich so vorstellen lasse, dass er der mathematischen Construction, durch algebraische Zeichen, fähig werde. Zu dem Ende wollen wir folgende Erklärungen und Sätze voranschicken.

161. Ein Mittel (*medium*) zwischen

zwey geformten Räumen (mathematischen Figuren) *A* und *B* heisst ein Raum, dessen Anfang das Ende des einen *A*, und dessen Ende der Anfang des zweyten *B* ausmacht.

162. Zwey geformte Räume *A* und *B* berühren sich unmittelbar, wenn kein Mittel (161) zwischen ihnen liegt; oder wenn das Ende des einen *A* den Anfang des andern *B* ausmacht; oder noch anders, wenn sie eine gemeinschaftliche Grenze haben. In diesem Falle ist der Raum, der beyde zusammen umschliesst, der Summa der Räume gleich, die beyde allein einnahmen.

163. Sie berühren sich aber mittelbar, wenn ein Mittel (161) zwischen ihnen liegt, und sie daher keine gemeinschaftliche Grenze haben. In diesem Falle ist der Raum, der beyde sammt dem Mittel umschliesst, grösser als die Summa, den beyde allein ohne das Mittel einnahmen. Nennt man das Mittel *M*, so berührt *A* das Mittel *M*, so wie dieses *B* unmittelbar. (162)

164. Sie schneiden sich, wenn ein Theil von dem Raume des einen *A* in dem Raume des andern *B*, also die Grenze des einen innerhalb der Grenze des andern liegt. Daher wird auch der Raum der beyde umschliesst, kleiner seyn, als die Summa beyder allein genommen.

165. Wenn daher die anziehende, oder

auch eine äussere Kraft, als Druck und Stofs, zwey erfüllte Räume bis zur unmittelbaren Berührung (162) gebracht hat, sie aber nicht vermag zu machen, dass diese Körper sich schneiden; (164) so muss die Undurchdringlichkeit, als durch welche die Körper eigentlich ausser einander sind, daran Schuld seyn. Die Kräfte, die die Körper zusammentreiben, würden, ohne eine ihnen entgegenarbeitende Kraft, die Mittelpuncte beyder Körper noch ferner einander näher bringen, und daraus den Raum, der beyde umschliesst, verkleinern. Die Undurchdringlichkeit allein verhindert, dass der von ihnen zusammen eingenommene Raum der Summa beyder allein genommen, gleich bleibt.

166. Die Wirkung der Materie auf eine andere durch ein Mittel (161) heisst die Wirkung in der Ferne; und wenn ein Mittel zwar zwischen beyden auf einander wirkenden Körpern liegt, aber doch in der Wirkung selbst keine Aenderung vorgeht, ob es zwischen ihnen liegt, oder ob die Körper sich unmittelbar berühren; (162) so heisst diess eine unmittelbare Wirkung in der Ferne.

II.

167. Wie wir nun (165) gesehen, entsteht die Wirkung, die wir Berührung zweyer Körper (162) nennen, aus zwey Ursachen. Erst-

Erſtlich muſs eine, gleichviel innere oder äuſſere Kraft thätig ſeyn, um die Grenzen beyder Körper an einander zu bringen, und zweytens eine andere, die es verhindert, daſs dieſe Näherung nicht weiter als bis an die gemeinſchaftliche Grenze gehe, und die Räume ſich nicht ſchneiden. (164)

168. Daraus folgt nun, daſs die Anziehungskraft überhaupt, eine unmittelbare Wirkung in der Ferne iſt. (166) Denn da Berührung erſt durch ſie möglich wird, und das Aufhören ihrer Wirkſamkeit, durch die ihr entgegenarbeitende Kraft der Undurchdringlichkeit, bezeichnet; (163. 167) ſo kann ſie nicht erſt ſelbſt durch Berührung möglich werden. Es erhellet aber auch, daſs ein zwiſchen beyden ſich anziehenden Körpern *A* und *B* liegendes Mittel *M*, nichts zu ihrer wechſelſeitigen Anziehung beyträgt. Denn da ſowohl *A* und *M*, als *M* und *B* ſich unmittelbar berühren; (163) ſo verhindert die Undurchdringlichkeit von *M*, daſs weder *A* noch *B* ſich dem Mittelpuncte von *M* nähern, d. h. daſs ſich *A* und *B* nicht berühren können, welches geſchehen würde, wenn ſie in dem Mittelpuncte von *M* zuſammenträfen. Ohne die Dazwiſchenkunft des Mittels *M*, würde alſo die Berührung ſtattfinden, und nur es verhindert den Erfolg. Daher muſs die Anziehungskraft von *A* und *B* auch ohne Hinſicht auf das Mit-

tel *M* wirken, indem dieſes ſie beſchränkt, aber nicht vergröſsert. Folglich iſt die Anziehungskraft eine Wirkung in der Ferne. (166) So ziehen die freundſchaftlichen Pole zweyer Magnete ſich auch durch Holz an.

169. Hingegen gilt von der zurückſtoſsenden Kraft gerade das Gegentheil: ſie wirkt nie unmittelbar in der Ferne. Denn wenn ſich zwiſchen zwey Körpern *A* und *B*, ein Mittel *M* befindet; ſo kann *A* nicht unmittelbar *B* zurückſtoſsen, weil er ſonſt das Mittel *M* durchdringen müſste, um bis zur Berührung von *B* zu gelangen. Da nun das aber nicht geſchieht, und die Summa der Räume von *A*, *B*, und *M* einzeln genommen, dem Raume von *A*, *B* und *M* zuſammen gleich bleibt; ſo muſs *A* auf *M*, und *M* auf *B*, d. h. *A* auf *B* mittelbar wirken. Wenn daher zwiſchen den gleichnahmigen Polen zweyer Magnete ein Stück Eiſen liegt, äuſſern ſie ihre Wirkung auf einander nicht, ſtoſsen ſich nicht mehr zurück, ſondern jeder zieht das Eiſen an.

III.

170. Eine Kraft, die nicht unmittelbar in der Ferne wirken kann, heiſſe eine Flächenkraft; kann ſie hingegen dieſs thun, ſo heiſſe ſie eine durchdringende Kraft.

171. Ein kleines Nachdenken wird uns nun zeigen, daſs jede Flächenkraft (170) der

Berührungsfläche, jede durchdringende Kraft (*ibid*) aber, der Quantität der Materie proportionirt ſeyn müſſe.

172. Man ſtelle ſich *a*, *b*, *c*, *d* als ſo viele Puncte im Raume vor, die in gerader Linie liegen, und begabe *d*, *c* und *b* mit der Kraft = 1 nach allen Seiten. Iſt nun dieſe Kraft eine Flächenkraft; (170) ſo wirkt *d* nicht unmittelbar auf *a*, ſondern auf *c*. Aber *c* wirkt auch auf *d* zurück. Folglich geht die Wirkung von *d* für *a* ganz verloren. Das nähmliche gilt von *c*. Alſo wirkt nur der Punct *b*, der *a* unmittelbar berührt, auf *a*, und die hinter *a* liegende Puncte *c* und *d* tragen nichts zu dieſer Wirkung bey. Wenn man daher ſtatt *b* eine ganze Fläche, alſo ſtatt *b*, *c* und *d* einen Körper ſetzt; ſo wirkt auch nur die Fläche *b* mit jedem ihrer Puncte auf jeden Punct der Fläche *a*, und je mehr Puncte in *b* liegen, je gröſser wird ihre Wirkung auf die Fläche *a* ſeyn. Sind hingegen die Puncte *b*, *c* und *d* mit durchdringenden Kräften begabt; ſo wirkt jeder von ihen einzeln auf *a*. Wenn man daher abermahls für *b*, *c* und *d* einen Körper ſetzt; ſo wirkt dieſer ganze Körper mit allen ſeinen Puncten auf die Fläche *a*, und zwar um deſto mehr, je mehr Puncte er enthält, oder je gröſser er iſt. Daraus folgt nun, daſs Zurückſtoſsungskraft, als Flächenkraft (169. 170) nur im Verhältniſs der berührenden Fläche,

die Anziehungskraft aber, als durchdringende Kraft (168. 170) im Verhältniſs der Quantität der Materie wirke: die Erde muſs den Mond ſtärker, als dieſer die Erde anziehen.

173. Da ſich nun die Quantität der Materie wie der körperliche Inhalt, und dieſer wie der Würfel der homogenen Seiten verhält; ſo wird ein Körper deſſen Halbmeſſer = 1 einen andern, deſſen Halbmeſſer = a iſt, in dem Verhältniſs von 1 zu a^3, oder wie $\frac{1}{a^3}$: 1 anziehen.

174. Je gröſser alſo der angezogene Körper iſt, deſto ſchwächer wird er auch angezogen werden. Da aber bey allen dem der Werth von $\frac{1}{a^3}$, ſo lange a eine endliche Gröſse bleibt, nicht Null werden kann; ſo folgt, daſs die Anziehungskraft ins unendliche wirken müſſe, oder mit andern Worten, daſs jedes noch ſo kleine Theilchen der Materie, weil es mit urſprünglicher Anziehungskraft begabt iſt, jeden noch ſo groſsen Körper, wiewohl ſchwach, anziehe.

175. Nun ſtelle man ſich irgend einen Punct als den Mittelpunct eines Segments von einer Kugelfläche vor. Beſteht dieſe Kugelfläche aus materiellen Theilen; ſo wird der gedachte Mittelpunct von dem Segmente angezogen werden. Je gröſser aber die Entfernung des Segments von dem Mittelpuncte iſt; je gröſser wird der Halbmeſſer der Kugel zu

der es gehört, je mehr Puncte liegen auch in der Oberfläche dieſes Segments, und mit je gröſserer Kraft werden ſie den Mittelpunct anziehen. Es verhalten ſich aber die gleichnahmigen Oberflächen der Segmente einer Kugel, wie die Quadrate der Halbmeſſer. Daher wird die Quantität der in der Oberfläche enthaltenen Materie ſich ebenfalls wie die Quadrate der Halbmeſſer verhalten, und mit dieſer Kraft den Mittelpunct anziehen, oder von ihm im umgekehrten Verhältniſs der Quadrate der Halbmeſſer angezogen werden. (173). Nennt man daher den Halbmeſſer der Kugel a; ſo zieht der Mittelpunct die Oberfläche eines ihrer Segmente, oder auch die Oberfläche der ganzen Kugel mit der Kraft $\frac{1}{a^2}$ an.

176. Dieſs hier gefundene Verhältniſs bezieht ſich bloſs auf die Entfernung, und ſagt ſo viel als: der Mittelpunct einer Kugel, der mit anziehender Kraft von einem beſtimmten Grade verſehen iſt, zieht die entferntern Theile der Kugel ſchwächer an, als die ihm näher liegenden, und zwar in dem Verhältniſs des Quadrats ihrer Entfernung.

177. So lange aber a eine endliche Gröſse bleibt, kann $\frac{1}{a^2}$ nicht Null werden. Folglich zieht jeder Punct der Materie jeden andern in noch ſo groſser Entfernung, wie wohl ſchwach an. Dieſes mit (174) verbunden, gibt alſo den Satz: jeder Punct der Materie ver-

breitet ſeine Anziehungskraft auf jeden noch ſo weit von ihm entlegenen und noch ſo groſſen Körper im Raume.

178. Dieſe Eigenſchaft nun, vermöge der jeder Punct der Materie auf alle Puncte der Materie ihre Anziehungskraft äuſſert, nennt man ihre Gravitation; ſo wie die, vermöge der die Materie ſich dahin begeben muſs, wo die gröſsere Gravitation iſt, die Schwere genannt wird. Vermöge der Gravitation nähmlich, zieht die Erde jeden Körper auf derſelben an, und wird auch von ihm angezogen; vermöge der Schwere aber folgt der Körper der Erde, nicht ſie dem Körper.

IV.

179. Um das Geſetz für die Anziehungskraft in der Entfernung zu beſtimmen, haben wir (175) uns nicht darum bekümmert, was zwiſchen dem Mittelpuncte und der Oberfläche der Kugel liege, ob die Kugel mit Materie erfüllt ſey, oder nicht. In der That kommt es bey einer durchdringenden Kraft, (170) wenn man die Aenderung, welche die Quantität der Materie macht, vernachläſsigt, und nur berechnet, wie ſtark ein Punct den andern in der Entfernung zieht, gar nicht darauf an, ob der Raum zwiſchen beyden Puncten mit Materie erfüllt ſey, oder nicht: die dazwiſchen liegende Materie trägt gar nichts zur Anziehung der beyden Puncte bey. (168)

180. Wenn aber die Oberfläche einer Kugel von dem Mittelpuncte angezogen wird; so kann die Materie, welche sich zwischen dem Mittelpuncee oder der Oberfläche befindet, sich ebenfalls nicht vom Mittelpuncte entfernen. Denkt man sich daher die Kugel ganz erfüllt mit Materie, und vertheilt die Kraft, mit der deren Oberfläche vom Mittelpuncte angezogen wird, unter die gesammte Materie der Kugel: d. h. wenn man die Materie gleichsam Schichten weise annimmt, und sich fragt mit welcher Kraft wird eine Schichte an die unter ihr liegende gehalten: so wird die Kraft a^2 (175) der Oberfläche, unter die ganze Quantität der Materie der Kugel a^3 vertheilt werden müssen. Jeder Punct der Materie der Kugel wird also, blofs durch die Anziehung des Mittelpuncts und der Oberfläehe, mit der Kraft $\frac{a^2}{a^3} = \frac{1}{a}$ an seinem Orte erhalten.

181. Daraus folgt dann, dafs eine ganze Fläche von solchen Puncten mit der Kraft $a^2 \times \frac{1}{a} = a$ an ihren Orte gehalten werde; oder, welches eben so viel sagt, dafs der Mittelpunkt sie mit der Kraft $\frac{1}{a}$ anziehe: d. h. dafs der Mittelpunct eine solche Fläche stärker anziehe, wenn sie ihm näher liegt, als wenn sie von ihm entfernt ist, und zwar in dem umgekehrten Verhältnifs ihres Abstandes von ihm.

182. Ein ähnliches Gesetz läfst sich für die zurückstofsende Kraft finden. Von ihr

wiſſen wir, daſs ſie in dem umgekehrten Verhältniſs des Raumes ſtehe, in den ſie zuſammengedrückt wird; (108) daher $= \frac{1}{a^3}$. (146) Mit dieſer Kraft ſucht der Mittelpunct einer Kugel, die zunächſt um ihn liegende Fläche von ſich zu ſtoſsen. Dieſe Kraft kommt aber jedem Puncte der Materie zu, indem jeder Punct als ein Miittelpunct betrachtet werden kann. (147) Daher wird eine ganze Fläche ſolcher Puncte ſich von der unter ihr liegenden Fläche mit der Kraft $a^2 \times \frac{1}{a^3} = \frac{1}{a}$ zu entfernen ſuchen.

183. Da nun aber auch die Anziehungskraft, mit der jede Fläche von Materie an die andere gehalten wird, $= \frac{1}{a}$ iſt, ſo kann ſie ſich weder von ihr entfernen, noch ſich ihr nähern, und muſs an der Stelle bleiben, wo ſie einmahl iſt.

Zehnte Vorleſung.

(Reſultate.)

I.

184. Ueberſehen wir das dynamiſche Syſtem mit Einem Blicke; ſo ergibt ſich bald die Verſchiedenheit der Principien, auf denen es und das mathematiſche Syſtem beruhen; aber auch erhellen daraus die Vorzüge eines jeden derſelben.

185. Nach dem mathematischen Systeme nähmlich, besteht alles Reale im Raume aus einfachen, absolut undurchdringlichen Theilen, (116) deren jeder für sich einen Raum bloss durch sein Daseyn erfüllt. (79)

186. Ueberdiess ist dieses einfache Theilchen mit einer repulsiven Kraft (140) versehen, wodurch es das Vermögen besitzt, ein anders einfaches Theilchen stets in einer gewissen Entfernung von sich zu erhalten.

187. Diese Entfernung, in denen die Theilchen stets von einander bleiben, wenn keine äussere Kraft hierinn eine Aenderung trifft, machen die leeren Zwischenräume aus, und auf ihnen beruhet die Theilbarkeit der Körper, als eines Aggregats mehrerer solcher einfachen Theilchen.

188. In dieser Hypothese von Theilbarkeit der Materie zu sprechen, ist nicht ganz schicklich, da die Materie aus den einfachen, untheilbaren Theilchen besteht: der Körper, vermöge seiner Zwischenräume, nicht die Materie ist theilbar.

189. Je nachdem nun die Zwischenräume grösser oder kleiner, so oder anders gestaltet sind; je nachdem wird auch der Körper lockerer oder dichter seyn, diese oder jene Gestalt haben.

190. Damit aber die Zwischenräume der verschiedenen Körper eine verschiedene Ge-

ſtalt erhalten können, muſs man auch zugleich annehmen, daſs der Grundſtoff, die einfachen Theilchen der Körper ſelbſt, verſchiedentlich geformt ſeyn. Denn wenn alle gleich, z. B. ſphäriſch wären; ſo würde die repulſive Kraft um ſie her, in allen Körpern ähnliche Zwiſchenräume zwiſchen den kleinen Kügelchen bilden, und die Körper ſelbſt würden alle eine ähnliche Geſtalt haben.

191. Man muſs alſo annehmen, daſs ſelbſt die Grundſtoffe der Körper verſchiedentlich geſtaltet ſind, oder, wie man das nennt, eine eigenthümliche Configuration beſitzen.

192. Dadurch ſchieſsen die Kryſtalle der verſchiedenen Salze verſchieden an; dadurch ſieht der Bruch eines jeden Metalls, eines jeden Foſſils anders aus; ſo wie überhaupt je nachdem der Grundſtoff rund oder eckig gebildet iſt, je nachdem alſo mehrere derſelben ſich nur in Puncten oder ganzen Flächen berühren, auch der aus ihnen zuſammengeſetzte Körper flüſſig oder hart ſeyn wird.

II.

193. Der Vortheil dieſes Syſtems iſt unſtreitig, daſs, wenn man einmahl die ganze Hypotheſe zugibt, alles übrige ſich ſehr geſchmeidig daraus erklären läſst, und ſogar mit der Belehrung die uns der Anblick der Körper gewährt, übereinzuſtimmen ſcheint. Denn

dafs in jedem Körper Räume vorhanden find, die mit dem Körper wenigftens keine gleichartigen Theile enthalten; dafs die Salze, Metalle, Foffilien u. dgl. jedes für fich eine befondere, ihm beftändig eigene Configuration (191) annehme; dafs die Tropfen der fichtbaren flüffigen Körper fich uns in der Geftalt kleiner Kügelchen darftellen — alles das lehrt der Augenfchein als eine Rechtfertigung jener Hypothefe.

194. Was fich nun gegen die abfolute Undurchdringlichkeit, gegen die Erfüllung des Raumes durch repulfive Kraft, und gegen die leeren Räume einwenden läfst, ift fchon oben an feinem Orte erwähnt worden. Hier wollen wir nur noch bemerken, dafs die ganze Hypothefe auf Vorausfetzungen beruhe, deren Möglichkeit wir gar nicht einfehen, und wodurch wir alfo im Ganzen um nichts weiter geführt werden. So verftehen wir in der That weder was abfolute Undurchdringlichkeit, noch die urfprüngliche Geftalt eines einfachen Theilchen heifse, noch wie fie möglich fey. Vorzüglich in Betracht des letzten Punctes hat man unfere Aufmerkfamkeit blofs von dem weggeleitet, was in die Augen fällt, und fie auf das hingerichtet, was kein menfchliches Auge je fehen kann, ohne uns über unfere eigentliche Frage einen nähern Auffchlufs zu vergönnen. Man fragt: wie ift Geftalt der Kör-

per überhaupt möglich? und antwortet: durch die Gestalt des Urstoffes. Durch eine solche Antwort wird man um nichts weiter als durch die Frage gebracht.

195. Materie ist nach diesem Systeme ein Ding an sich, und der Raum blofs die Vorstellung von dem Daseyn dieser Dinge an sich neben einander, von ihrer Ordnung also. Nun geht es freylich so recht wohl an, dafs irgend ein Raum leer von Materie seyn kann, indem es aus dem Begriffe der Ordnung gar nicht folgt, dafs die geordneten Dinge als eine stetige Gröfse neben einander liegen müssen. Ja, genau erwogen, päfst der Begriff Ordnung neben einander, nur auf ein Interruptum. Denn bey der Einsicht in eine räumliche Ordnung beantwortet man sich eigentlich die Frage: in welchen Intervallen folgen die geordneten Theile auf einander. Wo aber, wie das bey einem Continuum stattfindet, die endlichen Intervallen gleich Null sind, ist auch das menschliche Auge gar nicht im Stande eine Ordnung wahrzunehmen. Denkt man sich also nach diesem Systeme die Materie weg; so verschwindet auch der leere Raum: wo nichts zu ordnen gibt, da läfst sich auch die Vorstellung von Ordnung nicht denken.

III.

196. In unserm, oder dem dynamischen Systeme hingegen ist der Raum bloss die Art, wie der Mensch gezwungen ist, die äusseren Gegenstände seiner Vorstellungen anzuschauen: etwas ausser einander sehen, und einen Raum sehen, heisst einerley Begriff mit verschiedenen Worten ausdrücken. Wo wir also keine Dinge ausser einander anschauen, da schauen wir auch nichts ausser uns, nichts im Raume an; und daher findet die Vorstellung des leeren für sich bestehenden Raumes gar nicht statt: er ist kein Gegenstand unserer Erfahrung. Wenn wir die Zwischenräume eines Körpers, eines Schwammes sehen, und sie als ausgedehnte Wesen, daher ausser einander sehen; so sind sie eben dadurch schon Materie, schon Ding als Erscheinung für uns geworden.

197. Ist daher der Begriff des leeren Raumes für uns ein leerer Begriff, ist alles, was uns als ausser einander erscheint, mit Materie erfüllt; so können wir auch die Vorstellung von den unendlich kleinen Theilchen der Körper nicht zugeben. Denn diese führen auf absolute Undurchdringlichkeit, (166. *f.*) die sich mit der Vollheit des Raumes nicht verträgt. Wohin sollte die Materie bey der Theilung weichen, da sie selbst nicht zusammendrückbar, und der Raum vollkommen voll ist.

198. Da alſo in unſerer Hypotheſe jedes Auseinanderſeyn ſchon Materie iſt, und es daher gar nicht darauf ankommt, ob wir durch dieſe Materie mit leichter Mühe durchdringen, oder es mit der gröſsten nicht können; da daher ferner der Raum ganz mit Materie erfüllt iſt: ſo müſſen wir auch von der Materie und ihrer Undurchdringlichkeit einen ganz andern Begriff als der Anhänger des mathematiſchen Syſtems haben.

199. In der That verſtehen wir auch unter Materie alles, was im Raume Gegenſtand der äuſſeren Sinne werden kann: d. h. was durch Bewegung eine Veränderung in uns hervorbringt; verſtehen endlich unter Undurchdringlichkeit die bloſs negative Eigenſchaft, vermöge der die Materie nicht bis auf nichts, durch irgend eine Kraft, zuſammengedrückt werden kann. Dieſs flieſst aus dem Begriffe der Materie ſelbſt; denn was Materie für uns ſeyn ſoll, muſs auſſer einander, und im Stande ſeyn, eine Veränderung durch Bewegung in uns hervorzubringen: eine Sache, die aufhört, ſobald die Materie durchdrungen iſt.

200. Die Undurchdringlichkeit der Materie iſt demnach nur relativ; ſie bezieht ſich auf die Kraft die ſie zuſammen zu drücken, daher ſie zu theilen erforderlich iſt: je gröſser dieſe, deſto undurchdringlicher die Materie.

201. Wie leicht oder wie ſchwer eine be-

ſtimmte Materie getheilt werden könne, beruhet auf der Verbindung von ausdehnender und anziehender Kraft, mit der ſie begabt iſt, oder vielmehr aus denen ſie beſteht. Durch die erſte nähmlich würde ſich jede Materie in einen unendlichen Raum ausdehnen, (149) und daher der kleinſten Kraft weichen; durch die letzte würde ſie ſich in einen mathematiſchen Punct zuſammenziehen, (155) und keiner noch ſo groſsen Kraft nachgeben; durch beyde zuſammen erhält ſie einen beſtimmten Grad. Je nachdem nun mehr oder weniger von der einen oder der andern Kraft als Beſtandtheil der Materie gedacht wird; je nachdem hat ſie auch einen andern Grad von Undurchdringlichkeit.

IV.

202. Dieſes Syſtem hat den unläugbaren Vortheil, daſs man in ihm nichts annimmt, als was man genau verſteht, und durch die Erfahrung beſtätigt wird. So ſehen wir, daſs alle Körper Zuſammenhang haben, der, wie wir oben (150 *f.*) gezeigt, nur durch Anziehungskraft überhaupt möglich iſt; eben ſo ſehen wir, daſs alle Körper ſich ausdehnen, ſo bald der Zuſammenhang, und mithin die Anziehungskraft vermindert wird.

203. Selbſt der ſchwierigſte Begriff in dieſem Syſteme läſst ſich in einer Anſchauung als

Beyspiel darstellen. Denn man kann sich anfänglich nicht so recht vorstellen, wie es möglich sey, mit der nähmlichen Quantität von Materie ein Mahl einen grösseru Raum als das andere Mahl zu erfüllen, ohne leere Räume zu verursachen: man denkt hiebey stets an jene festen Körper, die durch die Ausdehnung Zwischenräume erhalten. Allein diess ist dann auch keine auf die ursprüngliche Zurückstossungskraft gegründete Ausdehnung; sondern sie wird durch äussere Kräfte veranlasst. Wenn man ein passendes Beyspiel wählen will; so denke man an den Licht- oder Wärmestoff, der ein Zimmer erfüllt. Ein einziges Licht, ein wenig Feuer, erleuchtet und erwämt ein grosses Zimmer eben so gut, zwar in schwächerem Grade, wie ein kleines. Man wird hier nicht sagen, dass es in dem grössern nur schwach erleuchteten und erwärmten Zimmer Zwischenräume gebe, die nicht erleuchtet oder erwärmt sind; und doch ist die Quantität der Materie in beyden Fällen die nähmliche.

204. Wie aber durch die Verbindung der beyden ursprünglichen Kräfte der Materie eine bestimmte Gestalt für jede besondere Art von Körpern hervorgehe? diess ist eine Frage, die, weil sie die menschliche Einsicht vor der Hand übersteigt, wir gar nicht zu beantworten unternehmen. Und selbst dieses ist ein

grosser

grosser Vorzug unsers Systems. Indess man in dem andern Systeme eine Erklärungsart zur Beantwortung dieser Frage annimmt, die, theils nicht weiter führt, (194) theils aber, da wir nie auf die einfachen Theilchen kommen, und ihre Configuration (191) wahrnehmen können, uns alle Hoffnung benimmt, je diese Hypothese in der Erfahrung bewährt zu finden; bleibt es in unserm Systeme dem Forschungsgeiste unbenommen, sich zu bemühen, ein Gesetz für das Verhältniss der ursprünglichen Kräfte der Materie von bestimmter Art, und daraus ihre bestimmte Gestalt zu finden.

Eilfte Vorlesung.

(Fortsetzung.)

V.

205. Was uns also noch zu thun übrig bleibt, um unserm Systeme die ihm mögliche Vollständigkeit zu geben, ist, ihm die Erklärungen und Lehrsätze anzupassen, deren Sinn, nach unserer Darstellungsart, eine nothwendige Aenderung erleidet.

206. Ein physischer Körper ist eine Quantität geformter Materie; die daher zwischen gewissen Grenzen eingeschlossen ist.

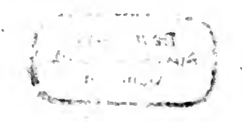


207. Nimmt man nur auf des Körpers (206) Gröſse, alſo nur auf ſeine Ausdehnung im Raume, Rückſicht, betrachtet man ihn daher nur als mathematiſchen Körper; ſo erwägt man dann den Umfang (*Volumen*) deſſelben.

208. Mit einem je gröſsern Grad (203) dieſes Volumen (207) erfüllt iſt, deſto dichter iſt auch der Körper: ſo daſs die Dichtigkeit eines Körpers durch den Grad der Erfüllung des Volumens beſtimmt wird.

209. Die verſchiedene Dichtigkeit eines Körpers von der nähmlichen Art, kann auf zweyerley Weiſe wahrgenommen werden. Entweder ſehen wir, daſs der eine Körper mit der nähmlichen Quantität Materie ein gröſseres Volumen erfüllt, als der andere; alsdann iſt der zweyte dichter als der erſte: wie z. B. wenn von zwey gleichen Lichtern, das eine ein groſses, das andere ein kleines Zimmer erleuchtet, iſt die Lichtmaterie in dem kleinen Zimmer dichter, als in dem groſsen. Oder wenn bey dem gleichen Volumen beyder Körper ein Mahl eine gröſsere Kraft als das andere Mahl erfordert wird, um die Körper in einen engern Raum zuſammenzudrücken: mit je mehr Kraft man den Stempel des Condenſators herunterwinden muſs, je mehr Luftmaterie befindet ſich unter dem Recipienten, und je dichter iſt ſie.

210. Das erſte hier (209) angegebne Probemittel enthält die Regel: wenn die Quanti-



tät und die Qualität der Materie gleich ist, verhält sich die Dichtigkeit wie die Kraft, mit der die Materie zusammengedrückt werden kann.

211. Bey Materien von gleicher Qualität, wie z. B. dem Luftstoffe, kann man diese zweyte Regel (210) so ausdrücken: bey gleichem Volumen, verhält sich die Dichtigkeit der Materie wie die Quantität derselben. Denn durch zwey gleich grosse Lichter ist unstreitig zwey Mahl so viel Lichtmaterie in dem nähmlichen Zimmer, und daher auch die Dichtigkeit derselben zwey Mahl so gross, als wenn nur deren eins da wäre; daher wird auch im ersten Falle doppelt so viel Kraft zur Zusammendrückung als im zweyten erfordert. Diese Regel läst sich daher unter die zweyte, (210) wie jeder besondere Fall unter den allgemeinen Satz subsumiren.

212. Wenn hingegen die Qualität der Materien verschieden ist, wie z. B. Luft und Wasser, können wir im allgemeinen gar nicht erfahren, wie gross die Quantität der in einem Raume enthaltenen Materie sey, indem wir nicht wissen, ob ein gegebner Kubickfuss Luft mehr oder weniger Lufttheilchen enthält, als ein gegebner Kubickfuss Wasser, Wassertheilchen. Daher wird die (211) ertheilte Regel sich auf Materien von ungleicher Qualität nicht anwenden lassen. Nur dann,

wenn die Kraft, die wir brauchen, um einen Kubickfuſs Waſſers in einen engern Raum zuſammenzudrücken, gröſser iſt, als die zu ebenfalls einem Kubickfuſs Luft, können wir uns vorſtellen, daſs das Waſſer ſeinen Raum mit einer gröſsern zurückſtoſsenden Kraft, daher in einem ſtärkern Grade als die Luft erfülle.

VI.

213. Zuſammenhang heiſst Anziehung in der unmittelbaren Berührung, (163) und er iſt daher nur durch die allgemeine Anziehungskraft der Materie möglich. Von der allgemeinen Anziehungskraft abgeleitet muſs alſo die Eigenſchaft des Zuſammenhanges allerdings werden; aber dennoch bedarf es noch einer andern Urſache, die uns dieſe Erſcheinung ſo begreiflich mache, als ſie durch ihre Alltäglichkeit begreiflich zu ſeyn ſcheint. Obenhin nähmlich könnte man ſich die Sache ſo vorſtellen. Zwey Theilchen der Materie, die zuſammenhangen, mögen auf einander an Zurückſtoſsungskraft $= z$ und an Anziehungskraft $= a$ äuſſern. Durch z allein würden ſie ſich fliehen; durch a allein in einen mathematiſchen Punct zuſammenſchwinden; durch $z - a$ oder durch den Abbruch, den die zurückſtoſsende Kraft von der anziehenden erleidet, können ſie nicht fliehen, aber auch

sich nicht schneiden, (164) und bleiben bloſs in Berührung, oder sie hangen zusammen. Dieses dauert dann auch so lange, als z das gegebne Verhältniſs zu a behält. Sobald aber z durch eine äuſſere Kraft vergröſsert wird, und a das Nähmliche bleibt, muſs auch die zurückstoſsende Kraft sich nicht mehr von der anziehenden zurückhalten lassen, sondern ihre Wirkung auf die Materie äuſſern, und den Zusammenhang aufheben. Mit andern Worten sagt man dadurch, daſs die Körper zerreiſsen, oder zerbrechen, wenn die zurückstoſsende Kraft vermehrt wird. Dieſs alles scheint zwar richtig zu seyn; allein es bleibt eine Schwierigkeit übrig, die nicht so leicht zu heben ist, die aber durch ein Beyspiel an einem besondern Fall sich weit leichter darstellen läſst, als durch allgemeine Ausdrücke.

214. Wie wir uns die Sache (213) vorstellen, sey die Zurückstoſsungskraft der Glastheilchen einer Glasplatte z. B. $= z$, ihre Anziehungskraft $= a$. Der Zusammenhang der Platte also ist $= z - a$. Wird nun eine Kraft, die ebenfalls zurückstöſst $= d$ auf die Platte angewandt, so wird nun die zurückstoſsende Kraft $= z + d$ gröſser in Bezug auf a, und die Platte zerbrochen. (213) Allein wenn man nun auch die zerbrochnen Scherben mit einer noch so groſsen, wenn auch weit gröſsern Kraft als d wieder zusammendrückt; so

wird doch der Zusammenhang nicht wieder hergestellt, und doch müsste dieses der Fall seyn. Denn was *d* zur Vermehrung der zurückstoſsenden Kraft beytrug, das thut jetzt die zusammendrückende zur Vergröſserung der anziehenden Kraft. Merkwürdig vorzüglich ist es, daſs bey den mehrsten Körpern, deren Zusammenhang wieder hergestellt werden kann, wie z. B. bey den Metallen durchs Schmelzen, dieses nicht eher geschieht, als wenn die zurückstoſsende Kraft zuerst, im Flusse, wo sich die Materie in einen gröſsern Raum ausdehnt, vermindert, und dann, beym Erkalten, die anziehende Kraft n a c h und n a c h vermehrt wird. Das Metall, das plötzlich erkaltet, dessen anziehende Kraft also plötzlich verstärkt wird, kriegt Brüche: woraus dann folgt, daſs die zurückstoſsende Kraft durch diesen Umstand gröſser wird als die anziehende.

215. Was sich zur Erklärung dieser Erscheinung sagen lieſse, und das auch ziemlich so wohl mit der Erfahrung, als mit dem Folgenden übereinstimmend befunden werden dürfte, wäre, daſs die zurückstoſsende Kraft solcher Materien gröſser ist, als jede Kraft, die von auſsen durch Druck hervorgebracht werden kann. Dadurch wird das Zusammendrücken zerbrochner Theile nichts helfen, um den Zusammenhang wieder herzustellen; sie

muſs alſo erſt durchs Zuſetzen einer fremdartigen Materie an und für ſich vermindert werden, z. B. durchs Zuſetzen des Wärmeſtoffs, damit die Anziehungskraft wieder wirkſam werden könne. Doch es iſt Zeit zu unſerm Gegenſtand zurückzukehren.

216. Der Zuſammenhang (215) wird aufgehoben, die Theile werden getrennt, wenn die Bewegung des einen Theils die des andern nicht nothwendig alle Mahl mit ſich führt. (132)

217. Die Theile werden verſchoben, wenn die äuſſere Figur ſich abändern läſst, ohne den Zuſammenhang aufzuheben. (216)

218. Flüssige Körper ſind ſolche, deren Theile durch die kleinſte Kraft verſchoben (217) werden können. Bey flüſſigen Körpern muſs man ſich alſo vorſtellen, daſs die anziehende Kraft der Theile ſo groſs, oder die zurückſtoſsende derſelben ſo klein ſey, um den Zuſammenhang mit andern Theilen sogleich wieder herzuſtellen, als er mit denen aufgehoben wird, mit denen ſie vorher im Zuſammenhang ſtanden. In der That geht beym Verſchieben der Theile (217) nichts anders vor: der Zuſammenhang zwiſchen einigen Theilen hört auf, und dafür tritt ein neuer Zuſammenhang mit andern Theilen wieder ein. Daſs aber die anziehende Kraft flüſſiger Körper, in Verhältniſs mit ihrer zurück-

ſtoſsenden ſehr groſs ſeyn müſſe, lehrt die Erfahrung, indem zwey Theilchen einer und der nähmlichen flüſſigen Materie ſchon in der Ferne ſich anziehen, und ihren Zuſammenhang wieder von ſelbſt herſtellen. Daher iſt es auch nicht richtig, wenn man flüſſige Körper erklärt, daſs es ſolche ſeyn, die durch die kleinſte Kraſt zu trennen ſind. Denn die Anziehungskraft der Theile derſelben iſt ſehr groſs, und es bedarf einer merklichen, ja weit gröſsern Kraft zur Trennung, als man gewöhnlich glaubt: eine Erfahrung von der man ſich, durch leicht anzuſtellende Verſuche, hinlänglich überzeugen kann.

219. Feste oder starre Körper ſind hingegen ſolche, bey denen die Verſchiebung der Theile eine merkliche, endliche Kraft erfordert. Man kann den Grund zu dieſer Erſcheinung auf die Rechnung der anziehenden Kraft allein ſchreiben, in ſofern ſie nähmlich durch ihre Gröſse nicht zuläſst, daſs die zurückſtoſsende Kraft, die den Zuſammenhang zu ſtören ſucht, wirkſam ſey.

220. Der feſten Körper gibt es zweyerley; entweder können deren Theile durch eine merkliche Kraft wirklich verſchoben werden; oder die Verſchiebung der Theile, die man vornehmen will, zieht ſogleich die Trennung derſelben (216) mit ſich. Die erſten beſitzen Dehnbarkeit; die andern Sprödigkeit.

221. Bey den ſpröden Körpern (220) kann man ſich vorſtellen, daſs die zurückſtoſsende Kraft, durch ihre Gröſse die neue Verbindung mit andern Theilen verhindert, ſobald die alte aufgehoben iſt. Denn dadurch wird das Verſchieben unmöglich gemacht, und der Körper, mit dem man es vornehmen will, bricht. (218)

222. Feſte Körper, (219) die durch eine kleine Kraft ſehr dehnbar ſind, (220) beſitzen Klebrigkeit.

223. Können einige Materien nach einigen Richtungen nur ſchwer getrennt, aber nach andern Richtungen mit einer weit geringern Kraft verſchoben werden; ſo heiſst der Widerſtand, den man hier beym Verſchieben zu überwinden hat, die Reibung. Dieſe kann aus zweyerley Urſachen entſtehen. Entweder werden die Materien in Einigen Richtungen angezogen, oder ſie werden durch äuſſere Kräfte an einander gedrückt. Werden die Körper nur in ſenkrechter Richtung an einander gezogen, wie dieſs z. B. zwey Magnete thun, ſo können ſie in entgegengeſetzter Richtung nur mit einer der Anziehungskraft gleich groſsen Kraft getrennt werden. Zur Verſchiebung aber in horizontaler Richtung hat man nur die Winkelkraft zu überwinden. Das nähmliche gilt von den Magdenburgiſchen Halbkugeln, die nicht von einander gezogen, aber wohl an einander ver-

ſchoben werden können. Eben ſo iſt die Reibung der Zähne eines Rades an das Getriebe, die eines durch die Schwere an den Horizont gedrückten Wagenrades nichts anders, als der Widerſtand den uns die Winkelkraft leiſtet. Sie wird daher auch vermindert, wenn man, durchs Poliren den Winkel verkleinert, oder ſchiefer macht; ſo wie ſie hinwiederum durch eine kleberige Materie vermehrt werden kann, weil dadurch der Winkel, unter welchem beyde Materien an einander verſchoben werden, ſich mehr dem rechten Winkel nähert.

VII.

224. Ein Körper beſitzt Federkraft, (Elaſticität) wenn er ſeine, durch irgend eine äuſſere Kraft, veränderte Figur und Gröſse durch ſich ſelbſt wieder herſtellen kann.

225. Die Federkraft (224) iſt ausdehnend, wenn der Körper durch ſie das gröſsere Volumen wieder erfüllt, das er vor der Veränderung durch Zuſammendrückung einnahm. Sie beruht auf einer zurückſtoſsenden Kraft, die dem Körper vorzüglich zukommt: ſo daſs, wenn eine Kraft in der Richtung der Anziehungskraft von auſſen her wirkt, ſie, ſobald jene nachläſst, ſich in entgegengeſetzter Richtung wirkſam bezeugt.

226. Sie iſt aber zuſammenziehend,

wenn der Körper durch ſie wieder in das kleinere Volumen zurücktritt, das er vor der Veränderung durch Ausdehnung erfüllte. Sie beruht auf einer Anziehungskraft die zu wirken anfängt, ſobald die äuſſere Kraft, die den Körper ausdehnte, nachläſst.

227. Oft enthält ein Körper beyde Arten Federkraft (225, 226) zugleich, wie z. B. eine gebogene Stahlfeder, deren äuſſere Theile, durch das Biegen, in einen gröſsern Raum gedehnt werden, indeſs die innern ſich in einen engern Raum zuſammenziehen. Beym Nachlaſſen der biegenden Kraft, nimmt alles die vorige Geſtalt wieder an. Eben ſo hat die Luft ſowohl ausdehnende, als zuſammenziehende Federkraft.

228. Die Elaſticität, von der wir hier ſprechen, (224) iſt ſehr verſchieden von jener urſprünglichen, die jeder Materie zukommt, und vermöge der ſie einen Raum erfüllt: (97) ſie heiſſe die abgeleitete Federkraft. Denn ſie wirkt nur wenn eine äuſſere Kraft die urſprüngliche zurückſtoſsende oder anziehende Kraft der Materie auf einige Zeit vermehrt, aber ſich dann von ihr trennt; da hingegen die urſprüngliche Elaſticität jederzeit ihre Thätigkeit äuſſert.

VIII.

229. Diejenige Theilung der Materie, die durch zurückstoſsende Kraft des theilenden Körpers bewirkt wird, heiſst eine mechanische Theilung: ſo theilt der hölzerne Keil, auf den man ſchlägt, oder Waſſer gieſst, einen Körper mechaniſch, weil er es bloſs durch zurückſtoſsende Kraft thut. In dieſem Falle muſs dieſe Kraft gröſser ſeyn, als die Anziehungskraft des getheilten Körpers.

230. Geſchieht aber die Theilung durch die Anziehung, welche die Theile des theilenden Körpers zu denen des getheilten haben; ſo iſt das eine chymische Theilung.

231. Die chymiſche Theilung (230) heiſst Auflösung, wenn der theilende Körper auf alle Theile des getheilten ſeine Anziehungskraft äuſſert; wie wenn Salzkryſtalle durch Waſſer getheilt werden.

232. Sie heiſst aber Scheidung, wenn die Theile des theilenden Körpers nur auf einige Theile des getheilten mit ihrer Anziehungskraft wirken. So wirkt der Wärmeſtoff auf eine Auflöſung (231) von Salz in Waſſer nur auf das letzte mit ſeiner Anziehungskraft, und theilt, beym Abdampfen, dieſes von dem in ihm enthaltenen Salze.

233. Bey der mechaniſchen Theilung (229) wird die Materie weder des getheilten, noch des theilenden Körpers durchdrungen, und

kann es nicht werden, wie wir gesehen haben. (99. *f*.) Hingegen bey der Auflösung (231) und vorzüglich nach der Idee derselben, d. h. wenn sie vollkommen seyn soll, müssen die Theile der in einander aufgelösten Materien sich wechselseitig durchdringen: so dass die Proportion der Vereinigung, die zwischen beyden Körpern im Grosen stattfindet, auch bey jedem noch so kleinen Theilchen derselben angetroffen werden muss. Macht man nähmlich z. B. eine Auflösung von einem Pfund Salz in zwey Pfund Wassers; so muss bey der vollkommenen Auflösung dieser Materien in einander, in jedem noch so kleinen Theilchen des Gemisches das Verhältniss von Wasser zu Salze wie 2 : 1 seyn.

234. Man sieht leicht, dass dieses ein vollkommenes Durchdringen sey; denn beyde Körper sind, durch die Auflösung, vollkommen in einander, und nicht mehr ausser einander enthalten.

235. Die Frage entsteht aber, wie ist chymische Theilung (229) möglich, da sie erstlich ein Durchdringen, (234) und zweytens eine wirkliche Theilung ins unendliche voraussetzt? welches beydes, oben (105. 120) bey der mechanischen Theilung, verworfen worden ist.

236. So viel leuchtet freylich hervor, dass die Gründe, aus denen das mechanische Durchdringen der Materie als unmöglich erklärt

worden, (105) hier, auf die chymische Theilung, nicht anwendbar sind: es waren Folgen aus der Lehre von der zurückstoſsenden Kraft gezogen, die dort allein wirkam ist, (229) und die ihre Wirksamkeit ganz anders äuſsern kann, als die anziehende Kraft, welche sich bey der chymischen Theilung thätig beweiset.

237. Allein es reicht nicht hin, wenn man einsieht, daſs jene Gründe hier nicht passen; man muſs auch noch begreifen, wie das Durchdringen der Materie überhaupt denkbar sey. Zu diesem Ende stelle man sich vor, daſs die Anziehungskraft, mit der die Theile von *A* zusammenhangen, kleiner sey, als die Kraft, womit die Theile von *B*, die von *A* an sich ziehen. Dadurch werden, bey der Annäherung von *B*, die Theile von *A* eine unendlich kleine Zeit hindurch, ohne allen Zusammenhang, und bloſs mit zurückstoſsender Kraft existiren. Sie müſsten sich auch in einem unendlich groſsen Raume zerstreuen. Nun aber äuſsert die Anziehungskraft der Theile von *B* sogleich ihre Wirksamkeit auf sie, und will sie in dem Mittelpuncte von *B* vereinigen. Sie würde dieſs auch wirklich thun, wenn nicht die zurückstoſsende Kraft, womit die Theile von *A* begabt sind, machte, daſs sie mit denen von *B* vereinigt, einen bestimmten Raum, mit einem gewiſsen Grade erfüllen.

238. Dieſer Raum, den das Gemiſche einnimmt, iſt dann auch bald gröſser, bald kleiner, und bald ſo groſs, als die Summa der Räume, den die in einander aufgelöſtcn Materien allein einnahmen. Es kommt bloſs darauf an, in welchem Verhältniſs die zurückſtoſsende Kraft von *A* und *B* zuſammen, zu der Anziehung der Theile von *B* auf die von *A*, ſteht. Je nachdem die erſte gröſser, kleiner, oder ſo groſs als die zweyte iſt, wird auch der Raum des Gemiſches gröſser, kleiner, oder ſo groſs ſeyn, als der Raum beyder allein genommen.

239. Zur leichtern Einſicht wurde hier (237) bloſs der Körper *A* als ohne Zuſammenhang während eines Zeitmoments gedacht. Im Grunde aber gilt es ſowohl von *A*, als von *B*. Denn die Anziehung iſt wechſelſeitig, und die Theile des einen Körpers verbinden ſich wechſelſeitig mit denen des andern: das Waſſer wird ſo gut vom Salze, als dieſes vom Waſſer durchdrungen.

240. Um ſo ſchwieriger fällt es nun, die zweyte Frage zu beantworten, und die darinn beſteht, wie iſt eine vollkommene Auflöſung denkbar, da ſie eine wirkliche Theilung ins unendliche voraufetzt? In der That müſſen, bey der vollkommenen Auflöſung, die Körper *A* und *B* während einer unendlich kleinen Zeit, a l l e n Znſammenhang verlieren, und ſich in a l l e ihre Theile zerlegen. (237) Nun aber gibt es der Theile eines Körpers unend-

lich viele. (121 *f.*) Folglich werden die Körper *A* und *B*, durch die Auflösung, in wirklich unendlich viele Theile zerlegt werden: eine Zerlegung, die nicht bloſs einen Fortschritt ins unendliche, sondern eine wirklich unendliche Theilung, in positiver Bedeutung, erfordert. (126). Welches aber widersprechend ist.

241. Allein genau erwogen, ist die Idee einer vollkommenen Auflösung, (233) ein bloſs dialektischer Schein. Es heiſst bloſs, je kleiner die Zeit, in der die Auflösung von Statten geht, und je mehr Theile von beyden Körpern sich in einander auflösen, desto vollkommner ist die Auflösung; und so ins unendliche. Nun strebt die Vernunft nach Totalität der Bedingungen, erhebt diesen Fortschritt ins unendliche zu einer Idee, bildet daraus den Begriff der vollkommenen Auflösung, und gibt ihm Wirklichkeit. Auſſer der Idee aber, und wie uns die Dinge in der Erscheinung gegegeben sind, trifft man daher die vollkommene Auflösung nirgends an; ob man gleich, eben deſshalb, kein Theilchen antreffen kann, das nicht aufgelöst wäre. Denn nur wenn man bis zu den wirklich unendlich kleinen Theilchen fortschreiten könnte, würde man die unaufgelösten finden. Welches ebenfalls unmöglich ist.

242. Man sieht also aus allem diesem, wie man gar nicht nöthig hat, zu den leeren Räumen, und der absoluten Undurchdringlichkeit der Materie seine Zuflucht zu nehmen, um die Theilbarkeit, und die specifische Verschiedenheit der Körper zu erklären. Aus der zurückstosenden Kraft, womit alle Materie begabt ist, fliesst schon ihre Theilbarkeit, und aus dem verschiedenen Verhältnisse, das die anziehende zu der zurückstossenden Kraft in verschiedenen Körpern hat, ihre verschiedene Gestalt und Dichtigkeit.

Zwölfte Vorlesung.

(Mechanik, oder von der Mittheilung der Bewegung.)

I.

243. Wenn ein Körper *A* in seiner Bewegung auf einen andern Körper *B* anrückt, und dadurch veranlasst, dass dieser die Stelle im absoluten Raume (27) verläst, die er eingenommen hat; so sagt man *A* theile *B* seine Bewegung mit: so dass zur Mittheilung der Bewegung die Veränderung der Stelle des durch die Mittheilung bewegten Körpers erfordert wird.

244. Erfüllte der Körper *B* seinen Raum nicht, (77) theilte er seinen Raum mit jedem auf ihn eindringenden Körper *A*; so wäre er auch durch dieses Anrücken des Körpers *A* nicht gezwungen, seine Stelle im absoluten Raume zu verlassen, und die Mittheilung der Bewegung (243) wäre unmöglich: beyde Körper vertrügen sich in einem Raume zusammen. In der That findet durch die chymische Auflösung (231) keine Mittheilung der Bewegung statt, weil beyde in einander aufgelöste Körper sich durchdringen, (234) und sie wohl ihren Raum erweitern, aber nicht verlassen können.

245. Eben so auch ist es umgekehrt wahr, dass so lange das Bewegliche im Raume seinen Raum, vermittelst der zurückstossenden und anziehenden Kraft nur erfüllt, und daher an seinem Orte beharret, es in Ruhe ist (31) und daher gar kein Gegenstand möglicher Erfahrung werden kann (19).

246. Nur erst dann, wenn ein Körper *A* auf einen andern *B* sich bewegt, und ihn entweder wirklich zusammendrückt, oder wirklich aus seiner Stelle im absoluten Raume treibt, bekommt der Körper eine Bewegung, indem er dadurch seine äusseren Verhältnisse gegen einen bestimmten Punct im Raume verändert (21), und wird dadurch Gegenstand möglicher Erfahrung.

247. Da alſo die Materie *B* von der Materie *A* muſs bewegt werden können; ſo muſs auch *A* im Stande ſeyn, *B* zu bewegen: d. h. die Materie muſs die Kraft beſitzen, eine andere Materie aus ihrer Stelle im abſoluten Raume zu vertreiben. Wir werden demnach noch eine Eigenſchaft der Materie gefunden haben, und ſagen können: Materie iſt das Bewegliche im Raume, das ſeinen Raum erfüllt, und anderer Materie ſeine Bewegung mittheilen kann. (243.)

II.

248. So lange man die Materie bloſs als etwas Bewegliches im Raume, ohne Beziehung ſeines Verhaltens gegen andere Materie, alſo bloſs phoronomiſch betrachtet, kann man den gröſsten Körper einem Puncte gleich ſetzen, und die Gröſse ſeiner Bewegung bloſs nach der Zeit ermeſſen, in der ein gegebner Raum von ihm beſchrieben wird: je kleiner nähmlich die erſte, und je gröſser der andere, deſto gröſser die Geſchwindigkeit, oder die Bewegung. In der That hat, an und für ſich betrachtet, der ganze Körper eben die Geſchwindigkeit, die deſſen Mittelpunct hat; und da wir hier die Gröſse des Körpers auſſer Acht laſſen, wird es vollkommen auf eins hinauslaufen, ob wir den ganzen Körper, oder nur deſſen Mittelpunct allein in Erwägung ziehen.

249. Sobald aber von Mittheilung der Bewegung (243) die Rede ist, wird die Kraft *A*, die den Körper *B* aus seiner Stelle vertreiben will, sich unter den ganzen Körper gleichmäſsig vertheilen müssen, um alle seine Theile in Bewegung zu setzen; daher, bey der nähmlichen Kraft *A*, auf jeden Theil des Körpers *B* eine desto gröſsere Einwirkung geschehen, je kleiner der Körper ist. Geschwinder als der gröſsere Körper *B* wird demnach der kleinere *b* seine Stelle im Raume verlassen; oder, er wird den nähmlichen Raum in einer kürzern Zeit, und in der nähmlichen Zeit einen gröſsern Raum beschreiben.

250. Eben so auch umgekehrt: wenn die Körper *B* und *b* einander gleich sind, werden beyde verschiedene Geschwindigkeiten erhalten, je nachdem die Kraft verschieden ist, die sie bewegt. Daher wird die Gröſse der Bewegung, mechanisch betrachtet, zusammengesetzt seyn aus der Gröſse des Körpers und der Geschwindigkeit: je gröſser nähmlich der bewegte Körper, und mit je gröſserer phoronomischer Geschwindigkeit er sich bewegt, desto gröſser auch seine Bewegung.

III.

251. Hier nehmen wir das Wort Körper noch immer in der oben (206) angegebnen Bedeutung, als eine Quantität geformter Mate-

rie, die zwischen bestimmten Grenzen eingeschlossen ist; alsdann wird die Grösse desselben durch sein Volumen, (207) und die Grösse der Bewegung, (250) durch das Volumen multiplicirt mit der Geschwindigkeit, bestimmt. In der That haben wir auch von der Grösse des Körpers an und für sich keine andere Vorstellung als von der des Volumens. Denn da nach unserer Behauptung die Materie ins unendliche theilbar ist; so kann die Menge der in einem Körper enthaltenen Theile nichts zur Bestimmung der Grösse des Körpers beytragen: in dem kleinern Volumen sind nicht weniger Theile als in dem grössern enthalten, da beyde einen Fortschritt ins Unendliche verstatten.

252. Nach dem mathematischen Systeme, (115) nach welchem man bey jedem Körper endlich auf einfache Theilchen geräth, und zu Folge dessen man Zwischenräume zugibt, die gar keine Materie enthalten, (111) nach diesem Systeme, findet eine doppelte Verschiedenheit unter den Körpern statt, die auf die Schätzung der Grösse der Bewegung starken Einfluss hat. Entweder die Körper *A* und *B* enthalten gleich viele Zwischenräume: alsdann wird der Körper von grösserm Volumen aus mehr einfachen Theilchen zusammengesetzt seyn, eine grössere Quantität der Materie enthalten; oder die Zwischenräume des Körpers *A* sind nicht so gross, oder in nicht

ſo groſser Anzahl wie die des Körpers *B*: alsdann enthält, bey gleichem Volumen, der Körper *A* eine gröſsere Quantität Materie, als der Körper *B*. Nun bezieht ſich doch die Mittheilung der Bewegung nur auf die in einem Körper enthaltene Materie, nicht auf die leeren Zwiſchenräume. Folglich wird auch die Gröſse der Bewegung dem Producte aus der Quantität der Materie und der Geſchwindigkeit gleich ſeyn: je gröſser dieſe beyden Momente, deſto gröſser die Quantität der Bewegung.

253. In dieſem Syſteme betrachtet man die Vorſtellung von Quantität der Materie als eine ſolche, die vor der wirklichen Bewegung des Körpers, und unabhängig von derſelben gegeben iſt. Denn zählt auch gleich der Monadiſt die einfachen Theilchen eines Körpers nicht, um zu ſehen, ob der eine deren mehr als der andere enthält; ſo ſetzt er doch bey dem Körper eine gröſsere Quantität Materie voraus, der mehr materielle einfache Theilchen hat: Quantität der Materie, und Menge der einfachen Theilchen, ſind dem Monadiſten einerley Begriffe.

254. Hingegen bleibt, nach dem dynamiſchen Syſteme, (117) die Vorſtellung von der Quantität der Materie, unabhängig von der Gröſse der Bewegung betrachtet, eine ganz leere Vorſtellung. Denn, wie ſchon geſagt,

hat es für uns gar keinen Sinn, in dem einen Körper mehr materielle Theilchen als in dem andern anzunehmen. (251)

255. Nur wenn man die Gröſse der Bewegung (250) in Anſchlag bringt, und bey der nähmlichen erhaltenen Geſchwindigkeit ſindet, daſs der Körper A eine gröſsere Bewegung als der Körper B hat, läſst ſich dieſe Verſchiedenheit nicht aus der erhaltenen Geſchwindigkeit herleiten, da ſie, der Annahme zu Folge, in beyden Körpern gleich iſt. Der Körper allein, der die Bewegung hat, muſs die Urſache zu dieſer Verſchiedenheit enthalten; und dieſe Urſache, ſey ſie übrigens was ſie wolle, die es macht, daſs bey gleicher ertheilten Geſchwindigkeit, dennoch der eine Körper eine gröſsere Bewegung als der andere beſitzt, heiſse die Quantität der Materie. Sie wird daher gefunden, wenn man die Gröſse der Bewegung, durch die Geſchwindigkeit dividirt.

256. Zu fernerem Gebrauche wollen wir hier folgende Formeln beſtimmen. Heiſst Q die Gröſse der Bewegung, M die Quantität der Materie, und C die Geſchwindigkeit; ſo iſt aus 250 $Q = CM$, und aus 255 $M = \frac{Q}{C}$.

257. In der That täuſcht ſich der Monadiſt, (253) und wir bekommen von der Quantität der Materie nicht eher eine Vorſtellung, als bis wir den Körper in Bewegung ſetzen,

und zusehen wie groſs sie, bey gleich erhaltener Geschwindigkeit sey. Durch gleiche Gewichte heben oder wägen wir zwey Körper, und sagen, der habe mehr Materie, den das Gewicht in der nähmlichen Zeit einen kleinern Raum, oder in einer gröſsern Zeit den nähmlichen Raum hebt,

258. Dem zu Folge aber iſt auch in unſerm Syſteme ein Unterſchied zwiſchen dem Körper in bloſs dynamiſcher, und dem in mechaniſcher Bedeutung. Der erſte, in ſofern er nur als etwas betrachtet wird, das einen Raum durch die urſprüngliche anziehende und zurückſtoſsende Kraft erfüllt, iſt dem Volumen ſtets gleich: ſo groſs dieſes, ſo groſs auch der Körper. Hingegen in Bezug auf Mittheilung der Bewegung, können wir den mechaniſchen Körper nicht nach dem Volumen ſchätzen. Gleiche Volumina, die eine gleich groſse Geſchwindigkeit erhalten haben, brauchen dennoch nicht eine gleich groſse Quantität der Bewegung zu beſitzen, und auf dieſe allein kommt es doch bey der Mittheilung der Bewegung nur an.

259. Daher muſs man, in mechaniſcher Hinſicht, erſt die Gröſse der Bewegnng eines dynamiſchen Körpers (206) kennen, und dieſe mit der ihm ertheilten Geſchwindigkeit dividirt, gibt die Quantität der Materie, (255) oder die Gröſse des mechaniſchen Körpers: ſo

dafs der mechanische Körper eine bewegte Quantität Materie von bestimmter Gestalt bedeutet.

IV.

260. Um Misverständnissen vorzubeugen, bemerke man Folgendes. Erstlich versteht man hier (258) in dem Ausdrucke eine bewegte Quantität Materie, nicht blofs eine solche Bewegung, die eine wirkliche Veränderung der äusseren Verhältnisse der Materie zu einem gegebenen Puncte im Raume erfordert, nicht blofs das, was man lebendige Kraft nennt; sondern selbst das Bestreben zu einer solchen Veränderung, den Anfang der Bewegung, oder auch das Aufhören derselben durch Entgegensetzung zweyer gleich grofsen Kräfte, also auch die sogenannten todten Kräfte. Eine Last die auf dem Tische liegt, wird durch diesen verhindert, sich nach dem Mittelpuncte der Erde zu begeben. Demunerachtet aber wird die bewegende Kraft der Last nicht aufgehoben, zerstört: sie besitzt noch immer das Bestreben sich zu bewegen; und in so fern ist sie ebenfalls ein mechanischer Körper, (259) weil sie zur Mittheilung der Bewegung beytragen kann. Der Tisch mit der Last darauf an einen Wagebalken befestigt, hat eine grössere Bewegung, als ohne dieselbe.

261. Zweytens sieht man hieraus eben-

falls, dafs die Gröfse des Volumens, die des mechanischen Körpers nicht beftimmt, fondern diefer blofs durch die Bewegung gefchätzt werde, die er mitzutheilen im Stande ift. Wenn daher ein Theil des Volumens etwas zur Mittheilung einer beabfichtigten Bewegung beyträgt, der andere aber nicht; fo ift auch die Gröfse des Körpers, mechanifch betrachtet, nur nach dem Antheile zu ermeffen, den das Volumen an der Bewegung nimmt. So trägt ein zum Theil unterftützter Körper nur fo viel zur Mittheilung der Bewegung bey, als er nicht unterftützt ift; fo ebenfalls das Waffer, das aus einem Gerinne auf ein oberfchlägiges Wafferrad fällt, nur immer fo viel, als Waffer aus dem Gerinne fällt, hingegen der übrige, noch vom Gerinne unterftützte Theil des Waffers, an den die Reihe noch nicht kommt, kann vor der Hand noch gar nicht in Anfchlag gebracht werden. Wenn man demnach einen mechanifchen Körper wie eine Quantität bewegter Materie betrachtet; fo heifst das immer in fo fern fie wirkt.

262. Trägt aber das ganze Volumen des dynamifchen Körpers etwas zur Mittheilung der Bewegung bey; fo fagt man, der Körper wirke in Maffe.

263. Daraus folgt aber, dafs die in einem Körper enthaltene Quantität der Materie (255) gar nicht nach dynamifchen Kräften, nach

der urſprünglich anziehenden und zurück-ſtoſsenden Kraft, geſchätzt werden könne. Die Quantität der Materie wird durch die Fähigkeit gemeſſen, die der Körper hat, einem andern Körper Bewegung mitzutheilen: d. h. durch das Beſtreben, einen Körper aus ſeiner Stelle im abſoluten Raume zu vertreiben, und mithin auch ſelbſt ſeine eigene Stelle zu verlaſſen (243). Hingegen beziehen ſich die dynamiſchen Kräfte bloſs auf die Erfüllung des Raumes mit einem beſtimmten Grad (203), und daher iſt ihr Geſchäfft gerade auf die Hervorbringung einer allgemeinen Ruhe gerichtet: jeder Körper bleibt durch ſie gerade an der Stelle im abſoluten Raume, an der er ſich einmahl befindet (157).

264. Selbſt die Schwere, als Bewegung gegen den Körper, der die gröſsere Gravitation hat, (178) kann an und für ſich nicht zur Beſtimmung der Quantität der Materie gebraucht werden: eine Feder hat eben die Bewegung gegen unsere Erde, als ein Stück Gold. Nur mittelbar und gleichſam durch eine Art von Reduction, dient die urſprüngliche Anziehungskraft zur Beſtimmung der Quantität der Materie. Denn vermöge der allgemeinen Gravitation (ibid.) zieht jeder Körper die Erde eben ſo an, als er von ihr angezogen wird; nur daſs er ſich zu ihr dennoch hinbewegen muſs, weil ſie die gröſsere Gra-

vitation besitzt. Wenn daher ein Stück Gold von dem Volumen *A*, oder eine Menge Wassers von dem Volumen *B* zur Erde fällt, können wir immer sagen, daſs das Gold und das Waſser die Erde anziehen. Bringt man nun die Körper *A* und *B* an einem Hebel ins Gleichgewicht, und findet, daſs das Volumen von *B* neunzehnmahl so groſs ist, als das von *A*; so muſs auch die Quantität der Materie von *A* neunzehnmahl so groſs als die von *B* seyn. Denn da sowohl die Quantität der Bewegung die beyde Körper der Erde mittheilen, als auch die Geschwindigkeit, die sie haben, jetzt durch das Gleichgewicht, in dem sie sich befinden, gleich ist; so muſs die Verschiedenheit des Volumens von der Verschiedenheit der Quantität der Materie herrühren, und sich daher umgekehrt wie die Volumina, oder gerade wie ihr Gewicht verhalten. Weil nähmlich hier $Q = q$, und $C = c$; so ist auch $M = m$; d. h. es ist in einem neunzehn mahl gröſsern Volumen des Waſsers eine eben so groſse Quantität Materie, als in dem neunzehnmal kleinern des Goldes enthalten. Ein gleich groſses Volumen von Beyden wird daher eine Quantität der Materie haben, die sich vom Golde zum Waſser wie 19 zu 1 verhält.

Dreyzehnte Vorlesung.

(Gesetze der Mechanik.)

I.

265. Wir sind nun im Stande das erste Gesetz der Mechanik zu bestimmen. So viel wissen wir nähmlich schon, dass die Materie ins Unendliche theilbar ist: (144) d. h. wir können die Quantität der in ihr enthaltenen Theile durch keine noch so grosse Zahl ausdrücken, weil die grösste Zahl noch zu klein ist, und es immer der Theile mehr gibt. Nun aber kann man sich nur von dem Endlichen eine Vermehrung oder Verminderung denken. Denn da dieses stets zwischen zwey bestimmten Grenzen eingeschlossen ist; so wird durch die Erweiterung dieser Grenzen die Grösse vermehrt, durch die Verengung der Grenzen die Grösse vermindert. Bey der unendlichen Grösse aber, als welche nicht innerhalb bestimmter Grenzen eingeschlossen ist, lässt sich der Begriff von Erweiterung und Einengung gar nicht anbringen: die unendliche Reihe der Zahlen ist weder zu vergrössern noch zu verkleinern möglich. Da also die Quantität der Materie in der Welt unendlich ist; so bleibt diese Quantität im Ganzen genommen, bey aller Veränderung der kör-

perlichen Natur, unvermehrt und unvermindert.

266. Der Algebraist würde sich diesen Beweis so vorstellen. Die Quantität der in der Welt enthaltenen Materie $= \infty$; jede Vermehrung oder Verminderung, die mit derselben vorgenommen werden könnte, wäre demnach $= \infty \pm a$; welches aber bekannter Massen $= \infty$, also weder Vermehrung noch Verminderung ist.

267. Einzelne Körper können demungeachtet sehr gut bald eine grössere, bald eine kleinere Quantität Materie bekommen: was der eine gewinnt, kann der andere verlieren, ohne dass dadurch im Ganzen eine Änderung vorgeht.

II.

268. Ehe wir nun das zweyte Gesetz der Mechanik aufstellen, müssen wir folgende Erklärungen und Sätze voranschicken.

269. **Leben** heisst das Vermögen besitzen, sich selbst zur Veränderung seines Zustandes aus Willkühr, (aus einem innern Princip) bestimmen zu können.

270. Die Materie, deren einzige **äussere** Veränderung ihres Zustandes Ruhe und Bewegung ist, würde demnach leben, wenn sie sich zu einer dieser Veränderungen von selbst bestimmen könnte, und nicht stets einer **auss-**

ser ihr enthaltenen Ursache bedürfte, um von der Ruhe in Bewegung, und von dieser zur Ruhe gebracht zu werden. Dieses, dass sie keiner solchen äussern Ursache bedarf, ist auch die Meinung der Anhänger des Hylozoism, oder des Lebens der Materie.

271. Wäre dieses gegründet; so fielen alle Bemühungen des Mathematikers vergebens aus, wenn er die Bewegung, die eine Materie der andern mittheilt, berechnen wollte. Denn da die Materie sich selbst zur Ruhe oder Bewegung soll bestimmen können; so läſst sich gar nicht voraus sagen, wie es ihr gefallen wird, die ihr mitgetheilte Bewegung aufzunehmen.

272. Die dem Hylozoism (270) entgegen gesetzte Meinung behauptet, dass die Materie, als solche, leblos sey, daher nur durch äussere Ursachen zur Ruhe oder in Bewegung gesetzt werden könne: mit anderen Worten, dass sie Trägheit besitze. In diesem Verstande besteht die Trägheit der Materie in weiter nichts als der vollkommenen Gleichgültigkeit derselben gegen Ruhe und Bewegung, so dass sie sich zu keiner von beyden selbst bestimmen, noch ihre Richtung oder Geschwindigkeit von selbst verändern kann, wenn nicht äussere Ursachen dazu vorhanden sind.

273. Aber ausser der Unmöglichkeit Ge-

ſetze für die Mittheilung der Bewegung zu beſtimmen, die wir (271) aus dem Hylozoiſm gefolgert haben, läſst ſich auch noch an und für ſich zeigen, daſs die Vorſtellung der Materie, die der Trägheit (272) nothwendig mit ſich führe; und dieſer Satz macht das zweyte Geſetz der Mechanik aus.

274. Materie heiſst das Bewegliche im Raume. (24) Was aber im Raume angeſchaut wird, iſt bloſs Gegenſtand der äuſſeren Sinne; daher wird die Materie, als ſolche, ſammt allen Veränderungen die mit ihr vorgehen können, nur ein Gegenſtand der äuſſeren Sinne ſeyn: d. h. der Grund zu dieſen Veränderungen muſs auſſer ihr geſucht werden, oder, wenn ſie einen innern Beſtimmungsgrund zur Bewegung enthält, kommt ihr dieser nicht mehr als Materie zu. Folglich beſitzt die Materie, als ſolche, an und für ſich Trägheit.

275. Der Mechanicus, der ein Mühlenrad durch Thiere treiben läſst, betrachtet die Thiere, ſo weit er ſie zur Mittheilung der Bewegung braucht, als bloſse Materie, als etwas das durch äuſſere Urſachen in Bewegung oder zur Ruhe gebracht, und in dieſer oder jener Richtung mit völliger Gleichgültigkeit getrieben werden kann. Daſs die Thiere ſich auch aus ſich ſelbſt zur Ruhe oder zur Bewegung beſtimmen können, iſt eine Sache um die er ſich hier gar nicht zu bekümmern braucht,

da

da er nur die Mittheilung der Bewegung in Anſchlag, und daher die Thiere nur als Materie gebrauchen will.

III.

276. Das ſo eben gedachte zweyte Geſetz der Mechanik war leicht einzuſehen, weil der Begriff der Materie den der Trägheit in ſich faſste, und dieſer nur aus jenem entwickelt zu werden brauchte. Ehe wir aber das dritte Geſetz der Mechanik ſtreng erweiſen können, müſſen wir einen Rückblick auf die phoronomiſchen Lehren von der Zuſammenſetzung der Bewegung werfen.

277. Dieſer Lehre zu Folge muſs man ſich die Verbindung zweyer Bewegungen eines Punctes in entgegengeſetzter Richtung dergeſtalt vorſtellen, daſs der bewegt erſcheinende Punct die eine Bewegung etwa von links nach rechts hat, indeſs der Punct im Raume auf den die Bewegung bezogen wird, die andere Bewegung, aber ebenfalls von links nach rechts beſitzt. (53) Sind nun dieſe Bewegungen ungleich; ſo thun ſie einander Abbruch: ſie bringen aber die Vorſtellung von Ruhe in uns hervor, wenn ſie gleich ſind. In der That, wenn ein Schiff auf dem Fluſſe ſich mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit mit dem Strohme bewegt, und ein Reiter, der dem Schiffe bey ſeiner Abfarth ſenkrecht ge-

genüber ſtand, am Ufer in eben der Richtung forttrabt, werden beyde in Ruhe zu ſeyn ſcheinen.

278. Finden wir nun einen Körper in Ruhe; ſo müſſen wir uns nach dem vorigen Geſetze, (275) als nach welchem die Ruhe der Materie einer äuſſern Urſache bedarf, vorſtellen, daſs in dem Körper zwey entgegen geſetzte gleich groſse Bewegungen verbunden ſind; oder, welches einerley iſt, daſs der Körper ſelbſt eine gewiſſe Bewegung nach einer beſtimmten Richtung beſitze, aber der Punct im Raume auf den die Bewegung bezogen wird, ſich ebenfalls nach dieſer Richtung und mit eben dieſer Geſchwindigkeit bewege.

279. Bey einem Körper, den wir in Ruhe finden, werden wir aber nicht beſtimmen können, weder wie groſs, noch in welcher Richtung ſeine ſowohl als des Punctes im Raume Bewegung ſey. Sind nur beyde Bewegungen, der Gröſse und der Richtung nach, gleich; ſo entſteht allemahl die Vorſtellung von Ruhe in uns.

280. Bewegt ſich aber ein Körper eine Zeit lang mit einer gegebenen Geſchwindigkeit, und fängt nun an zu ruhen; ſo werden wir die Urſache zu dieſer Ruhe in die Bewegung des Punctes im Raume ſetzen müſſen, auf den die Bewegung bezogen wird; (273. 277.) und zwar werden wir ſagen müſſen,

der gedachte Punct, bey dem der Körper ruhet, bewege ſich mit eben der Geſchwindigkeit und in eben der Richtung, wie der Körper ſelbſt. Da uns nun aber, der Annahme zu Folge, die Bewegung und die Richtung des Körpers gegeben iſt; ſo iſt uns, in dieſem Falle, auch die des Punctes im Raume gegeben.

281. Nun nehme man an, ein Körper *A* werde in Ruhe gefunden; ſo hat er ſowohl, als der Punct im Raume, auf den die Bewegung bezogen wird, — wir wollen ihn *p* heiſſen — eine gleich groſse Bewegung und die nähmliche Richtung; aber beyde ſind uns unbekannt. (279) Wir wollen daher dieſe unbekannte Gröſse durch eine bekannte zu beſtimmen ſuchen.

282. Man ſetze daher, der Körper *B* bewege ſich in der Richtung von links nach rechts mit einer gegebenen Geſchwindigkeit gegen den Körper *A*, und ruhe, ſobald er ihn erreicht hat, alſo im Puncte *p*. (281) Da nun *B* nach einer gehabten Bewegung ruht; ſo muſs *B* hier eine Bewegung in entgegengeſetzter Richtung erhalten haben, oder welches eben ſo viel ſagt, der Punct *p* muſs ſich mit eben der Geſchwindigkeit und in eben der Richtung wie der Körper *B* bewegen. (280) Es hat aber der ruhende Körper *A* ebenfalls die Geſchwindigkeit und die

Richtung des Punctes *p*. (281) Folglich besitzt der Körper *A* die Geschwindigkeit und die Richtung des Körpers *B*.

283. Bey einem andern Körper *C* würde *A* mit der Geschwindigkeit und der Richtung des Körpers *C* gedacht werden müssen; daher wird man die Bewegung des Körpers *A* im absoluten Raume allemahl, der Geschwindigkeit und der Richtung nach, gerade so annehmen können, wie die des auf ihn anrückenden Körpers; oder man wird sich vorstellen können, dass *A* vor dem auf ihn anrückenden Körper *B* eben so stark flieht, als dieser ihm folgt.

284. Unter diesen Umständen, wenn nähmlich *A*, *B* und der Punct *p* sich mit gleich grosser Geschwindigkeit und nach einerley Richtung bewegten, würde in uns die Vorstelluug der Ruhe beyder Körper *A* und *B* entstehen. Nun aber kann an die Stelle der Bewegung von *A* und des Punctes *p* nach einerley Richtung gesetzt werden, dass *p* ruhet, und *A* zwey gleich grosse Bewegungen, in entgegen gesetzter Richtung, in sich vereinigt, deren jede so gross ist, als die vorher dem Puncte *p* ertheilte. (55) Folglich ist es gleichviel, ob man sagt, *A* und *B* sammt dem Punkte *p* bewegen sich nach dem Zusammentreffen in einerley Richtung und mit der nähmlichen Geschwindigkeit, oder ob

man sagt, *p* ruhe, und *B* bewege sich mit der ihm zukommenden Geschwindigkeit in einer gewissen Richtung, indess *A* zwey Bewegungen nach entgegen gesetzten Richtungen in sich vereinigt, deren jede so groſs ist, als die des Körpers *B*. Die Erscheinung ist in beyden Fällen die nähmliche.

285. In der ersten Voraussetzung aber, dass *A* und *p* sich bewegen, theilt *B* dem *A* eine Bewegung mit, die der gleich ist, die er *B* selbst hat; in der zweyten Voraussetzung wirkt *A* gegen *B* eben so stark zurück, als die Bewegung war, die er ihm in der ersten Voraussetzung mitgetheilt hatte. Aber beyde Vorstellungsarten bringen die nähmliche Erscheinung hervor. (284) Daher führt die Vorstellung von Mittheilung der Bewegung zugleich die Vorstellung von einer gleich grossen Gegenwirkung mit sich. Daraus entsprigt nun das dritte Gesetz der Mechanik: Wirkung ist der Gegenwirkung gleich.

286. Wir wollen den Beweis dieses wichtigen Gesetzes durch leicht verständliche algebraische Zeichen wiederholen, um ihn anschaulicher zu machen; allemahl aber wird dabey der phoronomische Satz zum Grunde liegen, dass es gleichviel sey, ob der Punct *p* ruhe, und der Körper sich bewege, oder ob

der Körper ruhe, und der Punct p eine Bewegung in entgegen gesetzter Richtung habe.

287. Also: Ein Körper A ruhe. Er sowohl als der Punct p müssen also die Bewegung $+ x$ haben, oder, welches gleichviel ist, in dem Körper A müssen die Bewegungen $+ x$ und $- x$ verbunden seyn *). Ein anderer Körper B nähere sich ihm mit der Bewegung $+ a$, und ruhe, sobald er den Körper A, oder, welches eben so viel ist, den Punct p erreicht. Da nun B in dem Puncte p ruhet; so muss B jetzt die Bewegungen $+ a$ und $- a$ in sich vereinigen, oder, welches das nähmliche sagt, der Punct p muss die Bewegung $+ a$ haben. Da nun, vermöge der Ruhe des Körpers A, die Bewegung des Punctes p eben so groſs seyn muſs, als die des Körpers A, und die von $p = + a$ gefunden worden; so muſs auch die von $A = + a$ seyn. Mit andern Worten, A muſs die Bewegungen $+ a$ und $- a$ in sich verbinden. Es wirkte aber B auf A mit der Bewegung $+ a$, und wie wir sehen, wirkt A auf B zurück mit der Bewegung $- a$. Folglich ist Wirkung der Gegenwirkung gleich.

*) Weil der Körper A ruhet, ist seine Bewegung sowohl, als die des Punctes p unbekannt (279), und daher $= x$. Hier sieht man nun zugleich eine Probe von der Unvollständigkeit unserer algebraischen Bezeichnungskunst; eine Richtung als unbekannt auszudrücken, haben wir kein besonderes Zeichen; und doch müſste hier auch die Richtung gesucht werden.

IV.

288. Man sieht leicht ein, dafs weder die Gröfse der beyden Körper, noch die Beschaffenheit ihrer Materie hier in Anschlag gebracht worden: der Beweis ist allgemein, und aus blofs phoronomischen Begriffen geführt. Er gehört aber dennoch aus zwey Gründen in die Mechanik; erstlich weil die Verwandlung der Bewegung der Körper A und B in die des Punctes p, nicht als wirklich, wie das die phoronomische Construction der zusammengesetzten Bewegung erfordert, angenommen wird; sondern blofs als Mittelbegriff eines Schlusses, der dann ausgeschaltet wird: so etwa wie de la Hire und Kästner den einarmigen Hebel in den zweyarmigen, *et vice versa* verwandeln, blofs um das Gesetz des Gleichgewichts zu bestimmen, bey weitem aber nicht in der Meinung, dafs diese Verwandlung wirklich vor sich gehe. Zweytens ist hier von Mittheilung der Bewegung die Rede, und diese macht blofs einen Gegenstand der Mechanik aus.

289. Man sieht aber eben so leicht ein, dafs wir den Körper A nur des leichtern Vortrages halber ruhend angenommen haben. Hat er selbst die Geschwindigkeit $+ b < a$; so mufs man nur, anstatt $+ x$ und $- x$ in A zu vereinigen, oder anstatt dem Körper A und

dem Puncte p die Bewegung + x zu ertheilen, blofs annehmen, dafs p fich mit der Gefchwindigkeit $+a$ und der Körper A mit der Gefchwindigkeit $+(a+b)$ bewege; alles wird dann gerade wieder fo herauskommen, als es zum Beweife des Gefetzes erfordert wird. Doch wir können uns hiebey eben fo wenig aufhalten, als bey der Abänderung, die durch die Verfchiedenheit der Materie der Körper, ob fie nähmlich hart oder elaftifch find, mit der Äufserung der Gegenwirkung vorgehet. Diefs find Sätze, die in die allgemeine Mechanik, nicht in die metaphyfifchen Anfangsgründe derfelben gehören.

290. Wir haben demnach drey Hauptgefetze der Mechanik:

a) Die gefammte Materie beharret, der Quantität nach, unverändert, bey aller Veränderung, die in ihr und mit ihr vorgehet. (265)

b) Die Materie ift träge, oder fie bedarf zu jeder Veränderung ihres Zuftandes einer äuffern Urfache. (272.)

c) Alle Materie wirkt eben fo viel zurück als auf fie gewirkt wird. (285.)

291. Alle diefe drey Sätze zeigen eine Relation von Materie zu Materie an, und das Urtheil der Beharrlichkeit, ift nur durch die Kategorie Subftanz, das der Trägheit nur durch die Kategorie Urfache, und das der Ge-

genwirkung nur durch die Kategorie der Wechſelwirkung möglich. Es gibt aber unter dem Titel Relation nur dieſe drey Kategorien. Folglich ſind die gedachten Sätze auch die einzigen, die zur Metaphyſik der Mechanik gehören.

Vierzehnte Vorlesung.

(Fernere Betrachtungen über die Geſetze der Mechanik.)

I.

292. Nachdem wir nun die drey Hauptgeſetze der Mechanik angegeben und gezeigt haben, daſs es deren nur ſo viel geben könne, bleibt uns nichts weiter zu thun übrig, als noch einige Lehrſätze beyzubringen, die gleichſam als unmittelbare Folgen aus unſeren vorigen Betrachtungen von ſelbſt fließen.

293. Nach der gewöhnlichen Meinung iſt Ruhe Mangel an aller Bewegung. (32) Wenn daher ein bewegter Körper einem ruhigen Bewegung mittheilen ſoll; ſo geht das nicht anders an, als indem der bewegte Körper dem ruhigen einen Theil ſeiner Bewegung abgibt: gerade ſo, wie der reichere dem Armen einen Theil von ſeinem Gelde gibt.

294. Auſſer daſs man die Möglichkeit der

Transfusion, oder eines solchen Überganges von Bewegung aus einem Körper in den andern, nicht gar zu wohl einsieht, bleibt hiebey noch eine andere Schwierigkeit zu heben. Da nähmlich die Materie Trägheit besitzt, und diese in einer völligen Gleichgültigkeit gegen Ruhe und Bewegung bestehen muss; (272. *f.*) so läſst sich gar nicht begreifen, woher die Gegenwirkung entspringen kann. Denn der ruhige Körper leistet, als träger Körper, der Bewegung, in die er versetzt werden soll, nicht den mindesten Widerstand, und benimmt daher auch dem bewegten Körper nicht das mindeste von seiner bewegenden Kraft.

295. Die ganze Gegenwirkung besteht auch in der That, nach der Meinung der Transfusionisten, nur darinn, dass der ruhige Körper die Masse des bewegten vermehrt, und wenn daher, nach dem Zusammentreffen, die Bewegung noch vor sich gehen soll, muss die Geschwindigkeit, die der bewegte Körper besass, unter beyde, den ruhenden und den bewegten, vertheilt werden: wo dann dem zuerst bewegten so viel Geschwindigkeit durch den ruhenden entzogen wird, als dieser Masse hat. Es sey nähmlich des ruhenden Körpers Masse $= A$, die des bewegten $= B$ und dessen Quantität der Bewegung $= Q$; so wird dessen Geschwindigkeit

vor dem Zusammentreffen mit A seyn $C = \frac{Q}{B}$, und nach demselben $C = \frac{Q}{A+B}$. (256) Allein ausser dass wenn A gegen B unendlich gross ist, — eine Mauer z. B. an die ein Ball geworfen wird — die ganze Geschwindigkeit von B in A übergeht, ohne die geringste Wirkung hervorzubringen, und daher ein wirklicher Verlust an der in der Welt vorhandenen Bewegung statt finden müsste; ausser dieser nothwendigen Folge, die selbst die Transfusionisten nicht gelten lassen, langt man mit dieser Vorstellungsart bey elastischen Körpern nicht einmahl aus. Denn bey ihnen muss der ruhende Körper nicht bloss die Quantität der Materie des bewegten vermehren, und sein Gegenwirken in einer Art blossen Leidens bestehen; sondern er muss sich wirklich thätig beweisen, und dem ihn stossenden Körper eine Bewegung in entgegen gesetzter Richtung wirklich mittheilen. Woher nun dieses, das jedem bekannt ist, der die ersten Anfangsgründe der Mechanik weiss, bey elastischen Körpern entstehe, läfst sich so wenig begreifen, als sich ein Merkmahl angeben läfst, das uns den Unterschied der harten und elastischen Körper so deutlich machte, um einzusehen, dass der Begriff der Gegenwirkung bey den letzten ganz etwas anders, als bey den ersten bezeichne: hier blosse Vermehrung der Quantität der Materie, dort wahres Zurückwirken.

II.

296. Nach unserer Vorstellungsart hingegen vereinigt jeder ruhige Körper zwey entgegengesetzte Bewegungen in sich, und beharret bloss an seinen Orte in absoluten Raume, weil die Bewegungen gleich gross sind. So lange daher kein bewegter Körper auf den ruhigen anrückt, bleibt es unbestimmt, wie gross die Bewegungen sind, die der ruhige Körper in sich vereinigt. Sobald aber ein Körper *B* sich auf ihn *A* mit der Quantität der Bewegung $= a$ bewegt, ist es eben so gut, als ob *A* sich auf *B* mit eben dieser Quantität der Bewegung aber in entgegen gesetzter Richtung bewegte. (39.) Da *A* aber doch in seiner Stelle beharret, muss er nothwendiger Weise die Bewegungen $+ a$ und $- a$ in sich vereinigen.

297. Bewegung mittheilen, heisst demnach nichts anders, als die Quantität der Bewegung, die *B* allein besitzt, unter *A* und *B* nach Maassgabe der Quantität ihrer Materie vertheilen: wenn nähmlich *B* sich auf *A* bewegt, so verläst eben dadurch auch *A* seine Stelle im relativen Raume, weil *A* dem *B* eben so viel näher kommt, als *B* sich ihm nähert. Daher mag sich *A* durch den Stoss den er von *B* erhält, mit endlicher oder unendlicher kleiner Geschwindigkeit bewegen; alle Mahl theilt ihm *B* Bewegung mit, und zwar gerade so viel

als er gegen *B* zurückwirkt. Denn die Bewegung die der eine dem andern mittheilt, besteht doch eigentlich nur in dem wechselseitigen Entgegenkommen, also in der Gegenwirkung.

298. Hier geht demnach keine Kraft verloren; denn selbst der gröfste Körper wird von dem kleinsten in so fern bewegt, in so fern jener sich diesem eben so viel nähert, als der kleine auf ihn anrückt. Eben so wenig bedarf es hier einer eigenen Kraft, wodurch ein Körper dem andern Bewegung mittheilt; denn die Kräfte, mit denen ein Körper seinen Raum erfüllt, anziehende und zurückstofsende Kraft nähmlich, reichen nur so lange aus, ihm seine Stelle im Raume zu erhalten, als kein anderer Körper seine Stelle verläfst. Geschieht das letzte; so verläfst schon dadurch jeder andere Körper ebenfalls seine Stelle, indem seine äusseren Verhältnisse sich gegen den bewegten Körper verändern: Ein bewegter Körper theilt allen in der Welt seine Bewegung mit. Endlich findet hier auch kein Unterschied zwischen Materie und Materie statt. Mag die Qualität der Materie seyn welche sie wolle, immer ist Wirkung der Gegenwirkung gleich: ein Stück Elfenbein theilt einem Stücke weichen Thons eben so gut wie einem andern Stücke Elfenbein seine Bewegung mit: geschieht aber dieses; so entsteht, wie wir gesehen (297) eine gleich grofse Gegenwirkung daraus.

III.

(Solicitation und Acceleration.)

299. Weil nun die Materie träge ist; so bedarf der ruhende Körper stets einer äussern Ursache, um in Bewegung gesetzt zu werden. (272) Ist daher die Bewegung einmahl erfolgt; so bleibt der Körper, eben vermöge seiner Trägheit, noch ferner in Bewegung, selbst wenn die Ursache aufhört zu wirken: ein Körper, der einen Stoss ethält, würde sich mit diesem Stosse allein, den Widerstand der Luft, der Reibung u. d. gl. abgerechnet, stets fortbewegen.

300. Läst aber die Kraft nicht nach zu wirken; so bekommt der Körper in jedem Augenblicke einen Zuwachs an Bewegung; denn er behält den Eindruck der ersten Einwirkung, und bekommt deren beständig neue zu: seine Bewegung wird daher beschleunigt.

301. Die neue Kraft, die, bey der fortgesetzten Einwirkung derselben, der Körper in jedem Augenblicke erhält, (300) heisst die Solicitation, und der Zuwachs an Bewegung, der dadurch entsteht (*ibid.*) das Moment der Bschleunigung. Setzt man daher die Solicitation $= v$, und die Quantität der Materie welche die Solicitation erhält $= y$; so ist das Moment der Beschleunigung $= vy$. (256)

302. Dieses Moment der Beschleunigung (301) bezieht sich eigentlich auf den Raum, den der bewegte Körper in jedem Augenblicke durch die Solicitation beschreibt: hätte er nähmlich mit dem gleich anfänglich erhaltenen Eindrucke in jedem Augenblicke den Raum x durchlaufen; so beschreibt er nun in dem zweyten Augenblicke den Raum $x + dx$, in dem dritten $x + 2dx$, und so in jedem kommenden etwas mehr als in dem vergangenen.

303. Der Zuwachs an Bewegung, oder dieser neue Raum, den der Körper durch die Einwirkung der Solicitation in jedem Augenblicke mehr als in dem vorigen beschreibt, muss, wie wir auch (302) gethan, durch eine unendlich kleine Grösse vom ersten Grade ausgedrückt werden. Denn da die Solicitation in jeder noch so kleinen, also unendlich kleinen Zeit wirkt; so können wir die Dauer ihrer Wirkung mit $\frac{t}{\infty}$ bezeichnen. Sagt man demnach, der Eindruck einer fortgesetzten Einwirkung der Kraft auf den Körper dauere die endliche Zeit t hindurch; so ist es eben so viel, als sagte man, sie wirkt eine solche Zeit lang auf ihn, die durch $\infty \times \frac{t}{\infty}$ vorgestellt wird, indem jedes Bruches Zähler herauskommt, wenn man ihn mit seinem Nenner multiplicirt. Wäre nun der Raum, den der Körper durch die Solicitation in der Zeit $\frac{t}{\infty}$ be-

ſchreibt, endlich und $= x$; ſo würde er in der Zeit t, den Raum ∞x d. h. einen unendlich groſsen Räum zurücklegen, welches aber nicht angeht, indem ein unendlich groſser Raum gar nicht beſchrieben werden kann. Wäre aber das Moment der Beſchleunigung eine unendlich kleine Gröſse vom zweyten Grade, ſo daſs der Zeit $\frac{t}{\infty}$ der Raum $\frac{x}{\infty^2}$ entſpräche; ſo würde in der Zeit $t = \infty \times \frac{t}{\infty}$ nur der Raum $\frac{x}{\infty}$ zurückgelegt werden können, welches aber Ruhe wäre. (34) Daher muſs das Moment der Beſchleunigung $dx = \frac{x}{\infty}$ angenommen werden; denn alsdann iſt der Raum, den der Körper in der endlichen Zeit $t = \infty \times \frac{t}{\infty}$, beſchreiben wird, dem Producte aus einem unendlich groſsen in ein unendlich kleines, alſo einer endlichen Gröſse gleich. $t.\, dx = \infty \times \frac{x}{\infty} = x$.

304. So wie aber das Moment der Beſchleungiung allemahl eine unendlich kleine Gröſse vom erſten Grade ſeyn muſs, (303) ſo verſchieden iſt die Solicitation (301) ſelbſt, je nachdem die Kraft durch Zug, oder durch Druck und Stoſs, als anziehende oder als zurückſtoſsende Kraft wirkt. Die letzte iſt nur eine Flächenkraft, (170) d. h. bey ihr trägt nur die Kraft der äuſſern Fläche des bewegenden Körpers etwas zur Bewegung des ruhenden bey.

bey *). Es verhält ſich aber jede Fläche zu einem Körper wie $y : \infty y$, oder in jedem Körper können unendliche Flächen angenommen werden. Auch iſt $y : \infty y = \frac{y}{\infty} : y$. Wenn daher die Quantität der Materie der Fläche, die in Bezug auf die des Körpers unendlich klein iſt, einen Körper in Bewegung ſetzen ſoll; ſo muſs dieſes nothwendiger Weiſe mit einer endlichen Solicitation geſchehen. Denn alsdann iſt die Quantität der Bewegung dieſer Solicitation, oder das Moment der Beſchleunigung $= v . \frac{y}{\infty} = v . dy$, (301) eine unendlich kleine Gröſse vom erſten Grade; genau ſo wie es (303) beſtimmt ward.

305. Hingegen muſs die Solicitation, die durch eine anziehende Kraft geſchieht, unendlich klein vom erſten Grade ſeyn. Denn hier, als bey einer durchdringenden Kraft, (170) wirkt die ganze Quantität der Materie y des bewegenden Körpers. Nun iſt das Moment der Beſchleunigung $v\,y$, (301) eine unendlich kleine Gröſse vom erſten Grade. (303) Wäre daher v eine endliche, oder eine unendlich kleine Gröſse vom zweyten Grade; ſo wäre, da y ſelbſt endlich iſt, vy im erſten Falle endlich, im zweyten Falle unendlich

*) Daſs hier von aller Einwirkung der Schwere abſtrahirt werden muſs, verſteht ſich von ſelbſt; denn ſonſt wird der Stoſs durch anziehende Kraft hervorgebracht.

klein vom zweyten Grade, welches aber beydes nicht angeht. (303)

IV.

(Stetigkeit.)

306. Überhaupt kann die Anziehung, die ein Körper gegen den andern ausübt, nur ſtets mit unendlich kleiner Geſchwindigkeit geſchehen. Denn wie wir oben (213) geſehen, beruht der Zuſammenhang der Materie auf der anziehenden und zurückſtoſsenden Kraft zugleich: durch die erſte ſtreben die Körper ihre beyderſeitigen Mittelpuncte zu nähern; die zweyte iſt gerade ſo groſs, um verhindern zu können, daſs ſie nicht weiter als bis zur Berührung kommen. Nun aber verhält ſich die zurückſtoſsende Kraft, als Flächenkraft, zur durchdringenden der anziehenden Kraft, wie das Product aus einer Fläche in die Geſchwindigkeit, zu dem Producte aus einem Körper in die Geſchwindigkeit. Setzt man daher die Quantität der Materie des Körpers $= y$, die endliche Geſchwindigkeit (304) der zurückſtoſsenden Kraft $= v$ und die Geſchwindigkeit der anziehenden Kraft $= u$; ſo verhält ſich zurückſtoſsende Kraft zu anziehender Kraft, wie vdy zu uy. Sollen ſich nun dieſe beyden Kräfte das Gleichgewicht halten können; ſo muſs $vdy =$

$u\,y$ und $u = du$ ſeyn, indem ſonſt die unendlich kleine Zurückſtoſsungskraft, der endlichen Anziehungskraft nicht das Gleichgewicht halten, und der Körper ſich ſelbſt durchdringen würde.

307. Aus dem bisher Geſagten läſst ſich der Streit über ein für die Metaphyſik der Mechanik ſehr wichtiges Geſetz entſcheiden: das Geſetz der Stetigkeit.

308. Man verſteht nähmlich, in Hinſicht auf Bewegung, die Behauptung darunter, daſs keinem Körper Ruhe oder Bewegung plötzlich mitgetheilt, noch die Geſchwindigkeit oder die Richtung des bewegten Körpers plötzlich verändert werden könne; ſondern alles nach und nach vorgehe, und zwiſchen dem Zuſtande den der Körper hatte, und dem den er bekommt, eine unendliche Reihe von Mittelzuſtänden liegen, die alle durchlaufen werden müſſen, ehe er von dem einen in den andern treten kann. Ein Punct, der ſich in dem Umfange eines Vierecks bewegt, kommt von der einen Seite in die andere nicht plötzlich und mit einem Sprunge, beſchreibt daher nicht 90° mit einem Mahle; ſondern nach und nach, indem er ſich unendliche Mahl in unendlich kleine Winkel biegt, um ſodann die endliche Veränderung ſeiner Richtung zu erhalten.

309. In der Geometrie muſs man dieſes

annehmen, wenn man nicht voraussetzen will, daſs ein Punct, der die eine Seite des Vierecks beſchrieben hat, nun am Ende derſelben ausruht, und dann gleichſam rechts oder linksum macht, um weiter fortzugehen; jedes plötzliche Umdrehen ſetzt ein Aufhören der alten Bewegung und einen Anfang der neuen voraus. Denn der Körper muſs den Punct, bey dem er ſich umdreht, zweymal beſchreiben. Selbſt wenn man das plötzliche Umdrehen aus der horizontalen Richtung in die verticale, in Anſehung der Zeit vorläufig zugeben, wenn man ſagen wollte, es werde zu dieſem Uebergange aus der einen Lage in die andere keine gröſsere Zeit erfordert, als um in der geraden Linie fortzuſchreiten; ſo muſs man doch von der andern Seite geſtehen, daſs ein Winkel von 180° (eine gerade Linie) nicht in einen Winkel von 90° verwandelt werden könne, wofern man nicht die gerade Linie erſt durch alle Grade und alle Theile von Graden biegt, die zwiſchen 180° und 90° liegen: ehe nähmlich der Winkel von 180°, auf 90° gebracht wird, muſs er erſt 170° u. ſ. w. geweſen ſeyn. Man räumt alſo eben dadurch die Stetigkeit in Anſehung der Zeit ein, indem man ſich der Ausdrücke **erst** und **dann** bedienen muſs; aber mehr ſagt auch das Geſetz der Stetigkeit nicht aus.

310. Die gröſste Schwierigkeit macht das

Zusammenstoſsen vollkommen harter Körper. Wenn nähmlich zwey vollkommen harte Körper, deren Quantität der Bewegung gleich ist, zusammentreffen, müssen sie in dem Augenblicke ruhen, als das Zusammentreffen geschieht. Denn der eine Körper hat eben ein solches Recht, seine Bewegung etwa von Osten nach Westen fortzusetzen, als der andere von Westen nach Osten. Da nun aber dieses nicht angeht, wofern nicht der eine Körper durch den andern gehen soll; so muſs ihre Bewegung beyderseits sogleich aufhören. Hier müſste sich also Bewegung plötzlich in Ruhe verwandeln.

311. Allein wenn man den richtigen Begriff von einem harten Körper mit den Sätzen verbindet, die wir (299 *f*) beygebracht haben; so erhellet, daſs es gar keine vollkommen harte Körper geben könne.

312. Unter einem vollkommen harten Körper versteht man nähmlich einen solchen, dessen Theile so zusammenhängen, daſs sie durch keine Kraft in ihrer Lage verändert, oder gar von einander getrennt werden können. Dieses kann aber nur dann zutreffen, wenn die Anziehungskraft der Theile dieses Körpers gegen einander so groſs ist, daſs jede andere Kraft, die sie trennen wollte, dagegen verschwindet, oder $= o$ ist: d. h. wenn sie selbst $= \infty$ ist. Jedes Theilchen von

einem solchen Körper übte demnach auf das andere eine unendliche Anziehung aus, und mithin strebten auch alle Theile zusammen, sich mit unendlicher Kraft in ihrem Mittelpuncte zu vereinigen. Dass dieses nun nicht geschieht, und der Körper eine Ausdehnung behält, daran ist die ursprüngliche Zurückstossungskraft Schuld: sie treibt die Theile mit eben der Gewalt aus einander, als sie sich in sich selbst zusammenziehen wollen. Nun aber ist die zurückstossende Kraft nur eine Flächenkraft, und wenn daher der gedachte vollkommen harte Körper eine Quantität der Materie $= y$ besitzt, wird die Quantität der Materie, auf welche die zurückstossende Kraft wirkt, durch dy ausgedrückt werden müssen. (504) Die Quantität der Bewegung, welche beyde Kräfte ausüben, würde demnach herauskommen, wenn man ihre respectiven Kräfte mit der Quantität der Materie multiplicirt; daher die der Anziehungskraft $= \infty y$, die der Zurückstossungskraft, die jener das Gleichgewicht halten muss $= \infty^2 dy$ seyn. Jedes einzelne Theilchen eines solchen Körpers würde demnach mit einer unendlichen Kraft vom ersten Grade an seinen Mittelpunct gezogen, aber mit einer unendlichen Kraft vom zweyten Grade von demselben zurückgestossen. Was heisst das aber anders, als jedes Theilchen entfernt sich mit einer unendlichen Kraft

vom ersten Grade von seinem Mittelpuncte, der Körper hat gar keinen Zusammenhang. Da nun diess der Annahme widerspricht, so kann es keine vollkommen harte Körper geben, und der Satz, (310) der nur von ihnen, aber nicht von weichen oder elastischen Körpern gilt, kann als ein bloss hypothetischer Satz, keine Einwendung gegen das Gesetz der mechanischen Stetigkeit machen.

315. Daraus läst sich nun das Gesetz der Stetigkeit auf eine directe Art beweisen. Da es keine Körper geben kann, die durch ihre, immer endliche Bewegung, die Bewegung eines andern Körpers plötzlich in Ruhe zu verwandeln im Stande sind; so muss diese Verwandlung nur nach und nach durch unendlich kleine Abstufungen geschehen *).

*) Wie genau dieses mit unserer Vorstellung von der Theilbarkeit der Materie zusammenhange, wird jeder geübte Leser wohl selbst einsehen. Man kann sich aber davon am Besten durch eine Schrift meines unsterblichen Lehrers, Kästners, unterrichten, die Er unter dem Nahmen *de lege continui in natura. Leipz.* 1750. herausgegeben hat. Mit der ihm eignen prüfenden Belesenheit wird man dort alles zusammenfinden, was bis auf jenen Zeitpunct für und wider diese Gegenstände gedacht wurde.

Funfzehnte Vorlesung.

(Phänomenologie, oder von der Bewegung als Gegenſtand der Erfahrung.)

I.

314. Ehe wir nun weiter gehen, und den phänomenologiſchen Begriff der Materie feſtſetzen, müſſen wir einige Betrachtungen voranſchicken.

315. Unter Erfahrung verſteht man das Bewuſstſeyn, daſs der Vorſtellung von dieſem oder jenem Objecte, das ich habe, ein ſolches Object wirklich zukommt. So habe ich eine Erfahrung von einem Brote, wenn ich mir bewuſst bin, daſs meine jetzige Vorſtellung von einem Brote, wirklich von einem auſser mir befindlichen Brote herrührt; ſo ebenfalls von der Liebe eines Menſchen zu einem andern, wenn der eine den andern wirklich liebt.

316. Da nun jedes wirkliche Object beſtimmte Merkmahle enthält, wodurch es zum Individuum wird, und ſich von andern Dingen unterſcheidet; ſo haben wir dann eine Erfahrung (315) von dem Objecte, wenn ſich in unſerm Bewuſstſeyn alle Merkmahle vereinigen, die dem Objecte zukommen.

317. Sind uns daher nur einige Merkmahle gegeben, und wir ſchlieſsen von ihnen

auf das Daseyn aller; so ist die daraus gefolgerte Erfahrung nur Schein. Der einen Pfeiler in der Ferne für eine Säule hält, hat von einem Theil der Merkmahle, wodurch das Object bestimmt wird, auf das Daseyn aller geschlossen: er hat die Merkmahle, die ihm das Gesicht darboth, zur Bestimmung des Objects allein hinreichend gehalten, und die nicht aufgenommen, die ihm das Gefühl (*tactus*) hätte liefern können. Eben so der mit einer heissen Hand laues Wasser berührt, und es für kalt hält, hätte das Thermometer zu Rathe ziehen sollen, um sich von den Merkmahlen des Wassers zu überzeugen. Beyde haben daher nur einen Schein.

518. In diesen Fällen ist immer der Verstand Schuld, wenn Schein für wahre Erfahrung genommen wird: er urtheilt, diess ist A aus nicht hinreichenden Merkmahlen.

519. Was aber in Bezug auf das Object ein Schein ist, wird in Bezug auf das Subject eine Erscheinung. Dem Menschen, der in der Ferne steht, und also den Pfeiler nicht betastet, oder der das laue Wasser nicht durch das Thermometer untersucht, scheint der Pfeiler wirklich Säule, das laue Wasser wirklich kalt zu seyn.

520. Hiebey ist der Verstand nun gar nicht mit im Spiele: denn dass der eine die Vorstellung von einer Säule, der andere die

vom kalten Waſſer habe, iſt, unter den erwähnten Umſtänden, nicht zu erwähren, und ſie haben beyde dieſe Vorſtellungen ohne Beyhülfe des Verſtandes, bloſs durch die Eindrücke erhalten, die die Objecte auf ihre Sinnlichkeit machen.

321. Bleibt der Menſch alſo hiebey ſtehen, ſagt er ſich bloſs: ich bin mir bewuſst, dieſe oder jene Vorſtellung zu haben; ſo kann man dieſs Bewuſstſeyn weder Schein noch Erfahrung (317. 315) nennen. Denn zu beyden muſs er ſich bewuſst ſeyn, daſs ſeine Vorſtellung dem Objecte zukomme: es iſt alſo eine Erſcheinung.

322. Soll demnach die Erſcheinung (319) in Schein oder Erfahrung, gleichviel, verwandelt werden; ſo muſs der Verſtand durch ein Urtheil das Bewuſstſeyn des Subjects auf das Object beziehen; er muſs ſagen: die Merkmahle, deren ich mir bewuſst bin, und durch welche mir die Erſcheinung geliefert wird, kommen dem Objecte ſo zu, wie ich mir ihrer bewuſst bin. Iſt das Urtheil richtig, ſo hat er auch eine Erfahrung; im entgegen geſetzten Falle nur Schein.

II.

323. Dieſes vorausgeſetzt, gehen wir weiter. — Wir haben die Materie durch das

Bewegliche im Raume, (24) und Bewegung durch eine Veränderung der äuſseren Verhältniſse eines Dinges zu einem gegebenen Puncte im Raume, (21) erklärt. Nun aber iſt es gewiſs, daſs, für die Erſcheinung, (319) ein Ding ſeine äuſseren Verhältniſse gegen einen gegebenen Punct im Raume eben ſo gut verändert, wenn es ſich von dem Puncte, als wenn dieſer ſich von ihm entfernt. (39) Für den Eindruck, den ein von mir entfernter Pfeiler auf mich macht, iſt es gleich viel, ob ich vom Pfeiler, oder er von mir, oder einer von dem andern entfernt wurde: allemahl wird er mir, in einer gewiſſen Entfernung, als Säule erſcheinen.

324. Für die Erfahrung hingegen iſt dieſs bey weitem nicht gleichgültig. Denn hiebey heiſst es nicht bloſs: ich habe dieſes oder jenes Bewuſstſeyn; ſondern dieſes Bewuſstſeyn iſt mir durch das Object gegeben. Da kann dann freylich nur einer von den drey Fällen ſtatt gefunden haben; entweder hat ſich die Materie von mir, oder habe ich mich von der Materie, oder endlich haben wir uns von einander entfernt.

325. Um alſo einen vollſtändigen Begriff von der Materie zu erhalten, iſt es nicht hinreichend, zu wiſſen, welche Vorſtellung man ſich von ihr als **Erſcheinung**, ſondern auch als Gegenſtand **möglicher Erfahrung** zu

machen habe: nicht nur muſs man wiſſen, was der Menſch, *ſubjective*, ſich von der Materie vorſtellt, um alle in Bezug auf Bewegung wahrgenommene Veränderungen ſich erklären zu können; ſondern auch welcher Antheil an dieſen Veränderungen durch Bewegung, der Materie, *objective*, von dem Menſchen beygelegt werden müſſe.

326. Daraus erhellet aber, daſs wir die Urſache zu den Veränderungen durch Bewegung in der Materie ſuchen; oder mit andern Worten, daſs wir dasjenige Bewegliche Materie nennen, welches Gegenſtand möglicher Erfahrung werden kann.

III.

327. Paſſen wir dieſe hier (326) gegebne phänomenologiſche Erklärung der Materie den drey obigen Erklärungen der Materie (24. 76. 247.) an; ſo ergibt ſich:

a) Das im Raume heiſst Materie, was durch ſeine Beweglichkeit Gegenſtand der Erfahrung werden kann;

b) Das im Raume heiſst Materie, was eine Kraft beſitzt, den Raum zu erfüllen, und daher Gegenſtand der Erfahrung wird; und

c) Das im Raume heiſst Materie, was die Kraft hat Bewegung mitzutheilen, und

dadurch in unſerm Gemüthe die Vorſtellung von anderer Materie, als Gegenſtand der Erfahrung, hervorbringen muſs.

Doch dieſs bedarf der Erläuterung, und ſoll ſie in folgenden Sätzen erhalten.

IV.

328. So viel iſt nähmlich gewiſs, daſs der vollkommen abſolute Raum (28) gar kein Gegenſtand der Erfahrung werden kann. Auſser dem, was hierüber ſchon oben (*ibid.*) beygebracht worden, flieſst aus dem Begriffe der Bewegung ſelbſt, daſs die Vorſtellung vom vollkommen abſoluten Raume eine Idee, und mithin für die Erfahrung überſchwenglich ſey. Denn Bewegung heiſst die Veränderung der äuſseren Verhältniſſe eines Dinges gegen einen gegebenen Punct im Raume. (21) Nun aber kann dieſer Punct angenommen werden, wo man will, indem der bewegte Körper ſeine äuſſeren Verhältniſſe in der That gegen jeden Punct im Raume verändert. Man wird daher ſehr gut ſagen können: dasjenige Ding iſt in Bewegung, das ſeine äuſseren Verhältniſſe gegen einen Raum überhaupt verändert. Dadurch aber, daſs dieſes geſchieht, verändert auch der Raum ſeine äuſseren Verhältniſſe gegen das Ding, und erſcheint uns als bewegt.

Soll nun diese Erscheinung Erfahrung werden; so muſs dieser Raum sich wirklich bewegen: d. h. seine äuſseren Verhältnisse gegen einen Punct in einem gröſsern Raume, und mithin gegen diesen gröſsern Raum selbst verändern. Bezeichnen wir die wirklich bewegte Materie mit *m*, und die wirklich bewegten Räume, wie sie immer gröſser werden, mit *A*, *B*, *C*, *D*, *etc.*; so folgt, wenn man obige Schlüsse fortsetzt, aus der wirklichen Bewegung von *m*, daſs *A* als bewegt erscheint; aus der wirklichen Bewegung von *A*, daſs *B* uns bewegt erscheint, und so weiter immer die Bewegung eines gröſsern Raumes ins unendliche, ohne je auf einen zu stoſsen, der als unbewegt gedacht und doch Gegenstand der Erfahrung werden könnte. Wenn man also Einen Raum als schlechthin unbewegt denkt, und in ihm alle Bewegung vorgehen läſst; so meint man damit einen wirklich unendlich groſsen Raum, der eine Idee, und auſser unserer Vernunft nicht vorhanden ist.

529. Da also jeder Raum, welcher Gegenstand möglicher Erfahrung werden kann, als bewegt gedacht werden muſs; so folgt der Satz.

In Hinsicht auf mögliche Erfahrung, ist bey der geradlinigen Bewegung, das Urtheil: die Materie i s t das Bewegliche im Raume, nur problematisch zu nehmen, und sagt weiter nichts, als es ist eben so

möglich, daſs ſich die Materie von einem Puncte im Raume, als daſs der Raum ſich von der Materie entfernt.

330. Wir brauchen nur dieſen Satz zu erläutern, um ſeine Richtigkeit darzuthun. In der That iſt es für die Erſcheinung, die uns eine geradlinige Bewegung darbietet, gleichviel, ob der Körper ſich von einem Puncte im Raume, oder dieſer Punct ſich in entgegengeſetzter Richtung von dem Körper entfernt. (39) Welches alſo in jedem beſondern Falle wirklich ſtatt finde, welches Erfahrung ſey, iſt bey der geradlinigen Bewegung eines Punctes, in Bezug auf einen einzigen andern, gar nicht auszumitteln. Wenn wir alſo ſagen, es i s t die Materie, welche ſich bewegt; ſo kann das nur problematiſch geſagt ſeyn, indem die Veränderungen der äuſseren Verhältniſſe, die wir an dem Körper wahrnehmen, nicht von ſeiner, ſondern einzig und allein von des Raumes Bewegung in entgegengeſetzter Richtung herrühren kann.

331. Eben aber dadurch, daſs bey einer geradlinigen Bewegung nur einer von den gedachten zwey Fällen als wirklich angenommen werden kann; eben weil wir ſagen müſſen, daſs entweder der Raum, oder die Materie ſich bewegt; eben dadurch ſehen wir ein, daſs, um die Vorſtellung von Bewegung zu erhalten, wir uns die Materie ſtets in Beziehung

auf einen Raum, oder Punct im Raume, denken müssen. Ohne eine solche Beziehung hätten wir gar keine Vorstellung von Bewegung. Nun heisst aber eine Bewegung, die auf keinen Raum, noch Punct im Raume bezogen wird, eine **absolute Bewegung**. Folglich ist eine absolute Bewegung unmöglich. *(nihil negativum.)*

332. Wenn wir also in der Phoronomie die Materie erklärt haben, dass sie das Bewegliche im Raume **ist**; so bedeutet die Copula **ist** in diesem Urtheile, in Bezug auf die Modalität desselben, nur so viel, als **es ist möglich**, dass es die Materie sey, welcher die Bewegung zukommt.

333. Die Ursache, weshalb die phoronomische Erklärung der Materie, ihr in der Beweglichkeit ein blofs mögliches Prädicat beylegt, beruht summarisch darauf, dass wir in der Phoronomie die Bewegung als blofse Entfernung, und daher ohne Rücksicht auf bewegende Kräfte betrachten. Nun liegt es in der That in dem Begriff der Bewegung als blofse Entfernung eines Punctes von dem andern, also in dem Begriffe der geradlinigen Bewegung, dass **beyde** Puncte ihren Abstand von einander verändern, die bewegende Kraft mag zukommen, welchem von beyden man will. Für die Erscheinung ist es daher ganz gleichgültig, welcher von beyden Puncten sich

bewegt,

bewegt, das ist, die bewegende Kraft besitzt; und da in der geradlinigen Bewegung gar nichts enthalten ist, woraus sich schliessen läst, dass die Materie vielmehr als der Raum die bewegende Kraft hat, so ist auch gar nicht auszumachen, ob die Materie nicht vielleicht ruhe, und der Raum sich in entgegengesetzter Richtung bewege. Phoronomisch also ist die Beweglichkeit, als Eigenschaft der Materie, ein blofs mögliches Prädicat: dafs uns die Materie durch eine geradlinige Bewegung Gegenstand der Erfahrung wird, kann daher rühren, weil sie Beweglichkeit besitzt. Es kann aber auch seyn, dafs der Raum sich bewegt, dafs durch seine Bewegung die Materie bewegt zu seyn scheint, und dadurch Gegenstand der Erscheinung wird.

334. Ganz anders verhält es sich freylich mit der krummlinigen Bewegung. Doch davon nächstens, weil wir, um dieses recht einzusehen, einige Schritte zurück thun müssen.

Sechzehnte Vorlesung.

(Centripetal und Centrifugalkraft.)

I.

335. Wir wiſſen, daſs wenn bey allem Beſtreben eines Punctes einem andern Puncte näher zu kommen, doch die Linie ihres beyderſeitigen Abſtandes nicht verkleinert wird, wenigſtens einer von beyden Puncten Zurückſtoſsungskraft beſitzen müſſe. (85) Betrachtet man einen der beyden Puncte als in dem Mittelpuncte eines Kreiſes, und den andern, als in der Peripherie des Kreiſes liegend; ſo nennt man die Zurückſtoſsungskraft, Centrifugalkraft.

336. Eben ſo wiſſen wir, daſs wenn, bey allem Beſtreben eines Punctes ſich von einem andern zu entfernen, doch die Linie ihres beyderſeitiges Abſtandes nicht vergröſsert wird, wenigſtens einer von beyden Puncten Anziehungskraft beſitzen müſſe. (84) Stellt man ſich abermals die Lage beyder Puncte ſo wie 335 angeben worden vor; ſo nennt man die Anziehungskraft Centripetalkraft.

337. Ferner iſt bekannt, daſs, bey der krummlinigen Bewegung, der bewegte Punct

ſich in jedem Augenblicke von dem zu entfernen ſtrebt, um den ſeine Bewegung geſchieht, aber ſich doch nicht von ihm über eine gewiſſe Grenze hinaus entfernen kann. Wir brauchen dieſen Satz hier bloſs als Erfahrungsſatz anzunehmen, und uns bloſs durch folgenden leichten Verſuch von ſeiner Wahrheit zu überzeugen. Schwingt man nähmlich eine an einem Faden befeſtigte Kugel im Kreiſe herum; ſo bleibt die Kugel, ſo lange die Schwingung dauert, um die Fadenlänge von der Hand entfernt. Die Kugel muſs alſo ein Beſtreben äuſſern ſich von der Hand weiter zu entfernen, da der Faden geſpannt bleibt: wie ſie denn auch wirklich wegſchleidert, ſobald man den Faden durchſchneidet. Eben ſo äuſſert die Hand ein Beſtreben, die Kugel an ſich zu ziehen, weil ſonſt der Faden ebenfalls nicht geſpannt bleiben könnte, und die Kugel in der That der Hand zufällt, ſobald die Schwingung und mithin die Fliehekraft nachläſst.

338. Hier alſo, wie in jeder krummlinigen Bewegung gibt es Centripetal und Centrifugalkraft; und in unſerm Beyſpiele beſitzt die Kugel die Centrifugalkraft, da die Hand die Centripetalkraft hervorbringt.

339. Wenn alſo ein Körper eine krumme Linie im leeren Raum beſchreibt; ſo laſſen ſich vier Fälle als Urſache denken, weſshalb dieſs geſchieht. Entweder beſitzt der Körper

L 2

beyde Kräfte, oder der Körper hat Centrifugalkraft und der Raum ist die Ursache zur Centripetalkraft, oder umgekehrt, der Raum enthält die Ursache zur Centrifugalkraft, indess der Körper die Centripetalkraft besitzt, oder endlich liegt der Grund zu beyden Kräften in dem Raume. Denn in der That wäre die Wirkung in allen vier Fällen die nähmliche.

340. Im Grunde aber lassen sich die vier erwähnten Fälle auf zwey zurückführen. Denn hat man einmahl die Frage entschieden: wer besitzt allein bewegende Kräfte, der Raum, oder die Materie? so sind auch nur zwey Fälle denkbar; und zwar: ist es die Materie oder der Raum, der beyde Kräfte hat?

341. Nun aber heisst ein leerer Raum ein solcher, der keine Ursache in sich enthält, um eine Bewegung in blosse Beweglichkeit zu verwandeln; (73) oder, mit andern Worten, ein solcher, in dem eine Bewegung ungehindert vorgehen, und Materie dringen kann. Hingegen ist er erfüllt, (74) und daher selbst Materie, (76) wenn er eine solche Ursache enthält.

342. Die Ursache aber, wodurch wir uns einen Raum als erfüllt, und daher als Materie vorstellen, ist keine andere, als weil wir bemerken, dass keine andere Materie in ihn dringen kann: d. h. wenn er zurückstossende

und

und anziehende Kraft, oder Centrifugal und Centripetalkraft besitzt. Folglich ist das, und nur das für uns Materie, was diese *beyden* Kräfte besitzt.

343. Wenn daher ein Körper sich in einer krummen Linie im Raume bewegt; so widersteht der Raum dieser Bewegung nicht, daher ist er nicht erfüllt, daher besitzt er keine von beyden Kräften, (339) und daher ist es die Materie, die sie besitzt.

344. Ehe wir weiter gehen, müssen wir einem Missverständnisse vorbeugen. Wir haben oben (102) behauptet, es gibt keine leeren Zwischenräume, daher keinen leeren Raum überhaupt; und doch sagen wir hier, (343) dass die Materie sich nicht im Raume bewegen könnte, wenn der Raum, in welchem sich die Materie bewegt, nicht unerfüllt wäre: diese beyden Sätze scheinen sich offenbar zu widersprechen. Allein genau betrachtet, ist das nicht so. Denn bey allem dem, dass es keine leeren Räume gibt, muss doch in dem Augenblicke wo ein Körper sich bewegt, in jedem Puncte seiner Bahn, die er betritt, keine andere Materie als die seinige enthalten seyn, weil er sonst, vermöge der Undurchdringlichkeit der Materie, diesen Punct nicht einnehmen könnte. Es ist daher gleichviel, ob wir, bey der Bewegung eines Körpers, uns des Ausdruckes bedienen: die Materie

ſeiner Bahn weicht dem Körper aus, wird zu-
ſammengedrückt, oder ob wir ſagen: die
Bahn die der Körper beſchreibt, enthält keine
Materie, iſt ein leerer Raum. Ein Meſſer, das
einen Teig durchſchneidet, treibt die Mate-
rie des Teiges von beyden Seiten zurück, weil
die Kraft mit der es eindringt, gröſser iſt, als
die Kraft mit der der Teig ſeinen Raum er-
füllt. In dem Augenblicke des Durchſchnei-
dens alſo enthält die Bahn des Meſſers weder
Teig noch andere Materie, iſt eine an Materie
leere Bahn.

345. Alſo! Obgleich die Erſcheinung die
nähmliche bleibt, ob der Körper ſich um ei-
nen Punct im Raume, oder der Punct im
Raume ſich um den Körper bewegt, ob es
gleich keine Veränderung in der Erſcheinung
hervorbrächte, ob die Erde ſich um die Sonne,
oder dieſe um die Erde in entgegengeſetzter
Richtung bewegte; ſo muſs doch, wenn die
Rede nicht von einem materiellen Puncte im
Raume, (der Sonne) ſondern vom Raume die
Rede iſt, ſtets der Körper und nicht der Raum
in Bewegung angenommen werden. Denn
eben weil die Bewegung im Raume gedacht
wird, iſt es gewiſs, daſs man dieſen Raum als
unerfüllt, als ohne anziehende und zurückſto-
ſsende Kraft denkt. (344) Nun aber werden
zur krummlinigen Bewegung dieſe beyden
Kräfte erfordert. Folglich iſt es auch nicht

der Raum, sondern die Materie, welche sich bewegt; und zwar deshalb, weil es gewiſs ist, daſs sie nur durch die Erfüllung des Raumes Gegenstand der Erfahrung werden kann.

II.

346. Wir wollen diesen Satz durch ein Beyspiel anschaulicher machen, und dadurch zugleich den Unterschied, der zwischen der krummlinigen und der geradlinigen Bewegung statt findet, noch mehr auseinander setzen

347. Wenn die Sonne in ihrer jährlichen Bewegung sich von Westen nach Osten um die Erde zu bewegen scheint, so kann das aus drey Ursachen herrühren. Entweder steht die Sonne fest im Raume, aber der Raum sammt der Sonne bewegt sich um die Erde; oder die Sonne allein bewegt sich um die Erde; oder die Sonne steht abermals fest im Raume, aber die Erde bewegt sich um die Sonne von Osten nach Westen. Die Erscheinung (319) würde alle Mahl gleich ausfallen: der Mensch würde immer sagen müssen, ich habe die subjective Vorstellung von einer bewegten Sonne. Weil nun in den beyden zuletzt erwähnten Fällen die Bewegung, der Sonne oder der Erde, also der Materie zugeschrieben wird; so kann einer von ihnen Gegenstand der Erfahrung

werden, in so fern Sonne und Erde bewegende Kräfte in der Erfüllung ihres Raumes zeigen, und daher an und für sich beweglich sind. Nimmt man nun objective, also für Erfahrung an, daſs die Sonne sich bewegt; so hat man dieses, wie die Astronomie darthut, aus nicht hinreichenden Merkmalen geschlossen, und hat nur einen Schein. (517) Hingegen was den ersten Fall betrifft, daſs nähmlich die Sonne fest im Raume stehen, und dieser sich mit ihr um die Erde bewegen soll; dieses hat nicht einmahl einen Schein für sich, weil es sich gar nicht denken läſst. Dem Raume der eine krumme Linie beschreiben sollte, müſste centripetal und centrifugal Kraft beygelegt werden, um durch andere Materie, die er in seiner Bewegung antrifft, durchdringen zu können. Was diese Kräfte aber besitzt, ist nicht Raum, sondern Materie, und wir legten also gerade dadurch nicht dem Raume, sondern der Materie die Bewegung bey. Wenn wir demnach auch glauben, daſs wir von einem in einer krummen Linie bewegten Raum sprechen; so sprechen wir doch in der That von Materie, indem das, was sich wirklich bewegt, seinen Raum erfüllt, und daher Materie ist. Setzt man daher, in dem ersten Falle, Materie anstatt Raum; so heiſst das nun, die gesammte Materie des Firmaments sammt der Sonne, bewegt sich um die Erde. Als Erschei-

nung, fucjetive, wäre das freylich nicht unmöglich, aber doch als Erfahrung, objective, abermals nur Schein, wie in der Aftronomie dargethan wird.

348. Der Unterfchied zwifchen der geradlinigen und krummlinigen Bewegung ift einleuchtend. Bey der ersten ist blofs von dem Abftande die Rede, den zwey Puncte von einander haben. Fragt man sich, welcher von beyden Puncten hat sich bewegt, wem von ihnen kommt die Bewegung zu; fo ift diefes aus dem blofsen Abftande nicht zu beantworten. Denn mag fich bewegt haben, welcher Punct da will, immer wird der Abftand beyder von einander der nähmliche feyn. Bey der krummlinigen Bewegung hingegen kommt es gar nicht auf den Abftand der beyden Puncte von einander an; fondern auf beftändige Veränderung der Richtung: der Abftand des Mittelpunctes von einem um ihn fich im Kreife bewegenden Puncte bleibt fogar beftändig gleich, und wir erkennen die Bewegung blofs aus der veränderten Richtung. Die Veränderung der Richtung mufs aber eine Urfache haben, die wir bewegende Kraft nennen. (69 *f.*) Welcher von beyden Puncten fich daher um den andern in einer krummen Bahn bewegt, der befitzt bewegende Kraft, mit der er feinen Raum erfüllt, und Materie ift. Folglich ift das im Raum Materie, was eine krummlinige

Bewegung hat, eben weil es seinen Raum erfüllt, und dadurch Gegenstand der Erfahrung wird.

III.

349. Daraus nun folgt unmittelbar ein neuer Satz. — Unabhängig von allen bewegenden Kräften, haben wir (348) gesehen, bringt die Vorstellung von der Entfernung eines Punctes von dem andern, die Vorstellung von der Beweglichkeit beyder in uns hervor. Dieses heifst aber so viel als, jeder bewegte Körper theilt seine Bewegung allen mit, die ihn umgeben, und auf die seine Bewegung bezogen werden kann. (243) Die bewegte Erde theilt den Fixsternen ihre Bewegung mit, weil diese ihre Stelle im Raume gegen die Erde eben so verändern, als diese sie gegen die Fixsterne verändert. Aber diese Mittheilung der Bewegung ist nichts anders als eine Gegenwirkung. (297) Daher müssen wir, bey jeder Bewegung eines Körpers, die wir auf einen andern Körper beziehen, uns vorstellen, dafs dieser eine gleich grofse, nach dem Verhältnifs der Quantität seiner Materie (255) ihm zukommende Gegenwirkung äussere. (276 *f.*) Folglich ist es in der Beschaffenheit unseres Gemüthes gegründet, uns bey jeder Wirkung durch Bewegung eine gleich grofse Gegenwir-

kung vorzustellen. Was aber in der Beschaffenheit unsers Gemüthes seinen Grund hat, ist *à priori,* und diese Vorstellung ist deher eine nothwendige Vorstellung.

IV.

350. Nun wird man die drey oben (327) erwähnten Sätze leicht begreifen. — In der Phoronomie wurde (24) erklärt: Materie ist das Bewegliche im Raume. Da aber aus der geradlinigen Bewegung, als welche allein in die Phoronomie gehört, gar nicht ausgemacht werden kann, welches das Bewegliche sey, ob der Körper den wir für bewegt halten, oder der Punct im Raume, auf den wir die Bewegung beziehen; so können wir, weil es für die Erscheinung gleich ist, der Materie die Beweglichkeit beylegen. Objective aber heisst es weiter nichts als: das ist Materie, welches sich bewegen kann. Was für ein Kennzeichen aber haben wir, dass die Bewegung diesem oder jenem Puncte wirklich zukommt? Diese Frage kann in der Phoronomie gar nicht beantwortet werden, weil diess durch die geradlinige Bewegung nicht auszumitteln ist, und der Raum eben so gut als die Materie Beweglichkeit hat: wenn die Materie sich bewegt, hat auch der Raum Beweglichkeit.

351. In der Dynamik erklärten wir die

Materie, dafs fie das Bewegliche im Raume fey, das feinen Raum erfüllt. (76) Diefe Erklärung ift nicht nothwendig, fondern fie fagt nur, es ift gewifs, dafs wenn wir etwas Bewegliches finden, das feinen Raum erfüllt, fo nennen wir diefs Materie. Sobald wir daher eine krumlinige Bewegung uns vorftellen, hat entweder die Materie die Bewegung und der Raum die Beweglichkeit, oder umgekehrt, der Raum hat die Bewegung, und die Materie die Beweglichkeit. Da aber das was die Bewegung hat, auch bewegende Kräfte befitzen mufs, und mit diefen einen Raum erfüllt; fo ift es die Materie, der die Bewegung zukommt, indem alles, was einen Raum erfüllt, Materie heifst.

352. Endlich wurde in der Mechanik erklärt: Materie ift das Bewegliche im Raume, das feine Bewegung mittheilen kann. (247) Sobald diefes aber gefchehen foll, müffen wir uns bey diefer Wirkung eine gleich grofse Gegenwirkung vorftellen. (275 *f.*) Mit andern Worten heifst das fo viel als: wir können uns keine Materie allein in Bewegung vorftellen, ohne uns noch andere bewegte Materie vorzuftellen; fo dafs die Materie, eben weil fie ihre Bewegung mittheilt, zugleich die Vorftellung von noch anderer bewegter Materie in uns hervorbringen mufs.

V.

(Schlufs.)

353. Aus allen unfern Betrachtungen fliefst nun, dafs wir in die Naturlehre der Körper keine andere Sätze aufnehmen, als die blofs auf unferm Vorftellungsvermögen beruhen. Aus diefem können wir nicht hinaus, und daher wiffen wir auch nicht, wie die Materie an und für fich, unabhängig von unferm Vorftellungsvermögen, befchaffen feyn mag. Für uns mufs daher jede Bewegung auf etwas bezogen werden, und eine Bewegung im leeren Raume ift nicht einmal denkbar. Sobald ich eine Bewegung fehe, oder fie zu fehen mir vorftelle, bin ich der Punct im Raume, auf den fie bezogen wird, und fie ift fchon dadurch nicht im leeren Raume.

354. Eben fo wenig ift für uns eine Ruhe denkbar, die nicht durch äuffere Urfachen hervorgebracht worden, und die daher nicht allemahl aus der Entgegenfetzung zweyer gleich grofsen Bewegungen entfgrungen wäre: fie ift alle Mahl nur Beharrlichkeit an dem Orte, nicht völliger Mangel an Bewegung.

355. Letzte, abfolut harte, und untheilbare Theilchen der Materie, vollkommene Auflöfungen, leere Räume: alles das find Ideen, die die Vernunft zum Behufe der Einheit in ihrer

Erkenntniſs annimmt, die aber eben dadurch nie Gegenſtände der Erfahrung werden können. Sie ſind für uns Nichts: *(entia logice poſſibilia)* aber da wir die Körperlehre nicht als eine Lehre von dem Betrachten, was für uns nichts iſt; ſo können wir nur ſolche Betrachtungen in dieſelbe aufnehmen, die für Menſchen etwas ſind, und ſowohl ſeine Erkenntniſs ſchon bereichern, als ihn anſpornen, ſeine Erfahrung zu erweitern.

Erstes Register.

Zweytes Register.

Verbesserungen.

S. 11. Z. 3. ist nach Sinne das Komma überflüssig.
— 35. — 14 v. u. so lies sie.
— 42. — 12. v. u. dennoch lies demnach.
— 53. — 5. v. u. für lies für sich.
— 56. — 5. aher l. aber.
— 68. — 15. kleine l. kleinste.
— 86. — 6. u. 7. ist das Wort ihre überflüssig.
— 87. — 4. Mittelpuncee oder l. Mittelpuncte und.
— 129. — 2. Anschlag l. Anschlag bringen.
— 151. — 3. v. u. zusammenfinden, l. gesammelt finden.
— 152. — 9. das l. die.



